



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Estudio para la actualización, modernización y
reforma de la galería de tiro de la base militar de
Cerro Muriano

Autor

Antonio Garnés Galindo

Director/es

Director académico: María Del Carmen Blanco Ortiz

Director militar: Rafael Ucendo Escudero

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2019

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a todos mis seres queridos por su apoyo constante. En especial a mi hermano ya que sin él este proyecto no hubiese salido adelante.

A mi tutora académica, la profesora Dña. María del Carmen Blanco Ortiz, y mi tutor militar, Cap D. Rafael Ucendo Escudero, por su orientación y permanente disponibilidad.

A la unidad “Brigada Guzmán el Bueno X” y en especial al “Bon de Zapadores” por la espléndida actitud que demostraron durante mi estancia allí.

Finalmente, agradecer a mis amigos el haber estado cuando más falta me hacían. Gracias a todos.

RESUMEN

La instrucción y adiestramiento es la base por la que una unidad se considera operativa, es decir, que sea capaz de llevar a cabo cualquier misión encomendada. Una parte de la instrucción es el tiro tanto de fusil como de pistola; por ello, es necesario un material adecuado y unas instalaciones en buen estado.

La unidad “Brigada X Guzmán El Bueno” tiene como objetivo mejorar la instrucción de su personal en lo que respecta a tiro con pistola. Para ello es necesaria la reforma y mejora de la galería de tiro de la que dispone la unidad.

Para cumplir con este propósito se ha realizado un estudio y análisis de la infraestructura y del material del cual esta dispone. Además, la seguridad de la galería ha sido contrastada con la normativa vigente de las galerías de tiro. Todo ello, junto con unas encuestas realizadas al personal, cuyo objetivo es buscar las necesidades que tiene la unidad, ha obtenido unas conclusiones.

Dichas conclusiones han sido que, la galería necesita un cambio del material que es usado como parabolas, los blancos de tiro necesitan tener cierta movilidad y la distancia a la cual se dispara tiene que ser reducida.

Debido a lo anterior, el desarrollo del proyecto se ha enfocado en estas tres necesidades calculando el material que sería necesario para poder llevarlo a la práctica.

Las soluciones tomadas para resolver las necesidades son las siguientes. El material usado como parabolas en el interior de la galería son exclusivamente tablones de madera, por lo que se ha optado por la sustitución de todos aquellos que estuviesen en mal estado. Respecto a la movilidad del blanco, se ha realizado un estudio de los sistemas de blancos existentes que cumpliesen con ciertas necesidades, y posteriormente se ha escogido aquel que mejor se adapta a ellas. Finalmente, para poder reducir la distancia de los blancos, se ha optado por la construcción de dos líneas de blancos a diferentes distancias para que el personal utilice aquella que le sea de mayor utilidad.

ABSTRACT

Training is the base by means of which a unit is to be considered operative, that is, it must be able to carry out any entrusted mission whatsoever. A part of such training is both the rifle and gun shooting; thus, a proper material and facilities in good state shall be required.

The aim of the “Brigada X Guzmán El Bueno” unit is to improve the training of its members regarding gun shooting. For that reason, it is necessary the remodelling and improvement of the shooting range of the unit.

In order to achieve such purpose, a study and an analysis of available facilities and material has been carried out. In addition, the security of the shooting range has been verified with the current regulations concerning shooting ranges. All this, along with a survey, whose aim is to search the needs of the unit, carried out amongst the members showed a series of conclusions.

Such conclusions are, first, that the shooting range needs a change of materials, such as that used for bullet traps; second, that the shooting targets need movement; and finally, that the shooting distance must be reduced.

Due to the aforementioned, the development of the present paper has focused in those three needs, calculating the material that would be needed to carry it out.

The solutions taken to solve such needs are as follows: the material used as bullet trap in the inner part of the shooting range is exclusively wood, so the decision of replacing all those wood parts in bad state has been taken. Regarding the target movement, a study about existing targets that fulfil such needs has been carried out, and after that, the best option has been chosen. Finally, in order to reduce the distance to the targets, the option taken was to build two lines of targets in different distances so that the members can use those that are more useful to them.

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	9
1.1 OBJETIVOS	9
2 METODOLOGÍA	10
3 ESTADO ACTUAL Y NORMATIVA VIGENTE	11
3.1 PUESTOS DE TIRADOR	11
3.2 PARABALAS	11
3.3 LÍNEA DE BLANCOS	13
3.4 ESPALDÓN	14
3.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	16
3.6 DIMENSIONES DE LA GALERÍA DE TIRO	16
3.7 TECHADO	17
4 ESTADO DEL ARTE	18
4.1 TIPOS DE GALERÍAS	18
4.2 TIPOS DE BLANCOS	18
4.2.1 BLANCO PORTATIL COMBAT 10	18
4.2.2 BLANCO ELECTRÓNICO LOMAH	18
4.2.3 BLANCO ABATIBLE TE 100	19
5. RESTAURACIÓN	19
5.1 MATERIAL	19
5.2 CÁLCULO DEL MATERIAL	20
5.2.1 MURO DE LA LÍNEA DE BLANCOS	20
5.2.2 MURO DEL ESPALDÓN	20
5.2.3 MUROS ELEVADOS DEL SUELO Y PARED	20
6 ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN	21
6.1 ELECCIÓN DEL BLANCO	21
6.1.1 METODOLOGÍA	21
6.1.2 VALORES ASIGANDOS	22
6.1.2.1 BLANCO LOMAH	22
6.1.2.2 COMBAT 10	23
6.1.2.3 BLANCO TE100	23
6.1.3 RESULTADOS DEL MÉTODO	24
6.1.4 INSTALACIÓN DEL BLANCO	25
6.2 REDUCCIÓN DE LA DISTANCIA DE LOS BLANCOS	27
6.2.1 CÁLCULO DE MATERIAL	28

6.2.2.1 CIMENTACIÓN	28
6.2.2.2 HORMIGÓN	31
6.2.2.3 LADRILLOS DE HORMIGÓN	32
6.2.2.4 MORTERO	32
6.2.2.5 ARMADURA.....	33
6.2.2.6 TABLONES DE MADERA	35
7. CONCLUSIONES	37
8. LÍNEAS FUTURAS	38
BIBLIOGRAFÍA.....	39
ANEXO A.....	41
ANEXO B	48
ANEXO C	50
ANEXO D.....	53
REFERENCIAS	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 Puestos de tirador de la galería de tiro	11
ILUSTRACIÓN 2 Esquema 3D de uno de los muros que cruzan el ancho de la galería	12
ILUSTRACIÓN 3 Fotografía desde el puesto de tirador.....	12
ILUSTRACIÓN 4 Esquema en perfil de elementos que debe tener una línea de tiro	13
ILUSTRACIÓN 5 Esquema del muro parabolas de la línea de blancos.....	13
ILUSTRACIÓN 6 Esquema donde se muestra los tres tipos de trayectorias según la posición a tomar.....	14
ILUSTRACIÓN 7 Representación 3D de la zona del espaldón y línea de blancos.....	15
ILUSTRACIÓN 8 Representación 3D de la zona del espaldón y línea de blancos con las medidas más relevantes.....	15
ILUSTRACIÓN 9 Estado del muro parabolas del espaldón.....	15
ILUSTRACIÓN 10 Estado del muro parabolas de la línea de blancos.....	15
ILUSTRACIÓN 11 Cableado eléctrico por encima de las paredes.....	16
ILUSTRACIÓN 12 Foco de iluminación por detrás de un muro.....	16
ILUSTRACIÓN 13 Esquema de la galería de tiro. Vista desde la planta.....	17
ILUSTRACIÓN 14 Gráfica RADAR CHART	24
ILUSTRACIÓN 15 Sistema LOMAH.....	25
ILUSTRACIÓN 16 Esquema de la línea de blancos con el Sistema LOMAH instalado.....	25
ILUSTRACIÓN 17 Silueta de 50 cm del Sistema LOMAH.....	26
ILUSTRACIÓN 18 Esquema de la línea de blancos con los 10 objetivos del Sistema LOMAH.....	27
ILUSTRACIÓN 19 Esquema del bloque de hormigón.....	33
ILUSTRACIÓN 20 Mapa Geológico de España 1.....	48
ILUSTRACIÓN 21 Mapa Geológico de España 2.....	49
ILUSTRACIÓN 22 Esquemas de la galería vista de perfil. El 1º sin reformar. El 2º con la reforma.....	50
ILUSTRACIÓN 23 Nomenclatura de las partes que componen la zapata.....	51
ILUSTRACIÓN 24 Partes del muro y la zapata.....	51
ILUSTRACIÓN 25 Dimensiones de la zapata y su armadura.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 Matriz de valores.....	24
--------------------------------	----

ABREVIATURAS

IPE Perfil I de espesor Europeo.

1 INTRODUCCIÓN

Este proyecto surge de la necesidad de reformar y actualizar la galería de tiro que se encuentra en la base militar de Cerro Muriano. Es una galería que, tras repetidos usos, se encuentra desgastada y anticuada, lo cual limita la instrucción del personal del acuartelamiento, sin poder aportar todo su potencial.

Por este motivo, el proyecto irá enfocado a suplir aquellas carencias que perjudiquen a la instrucción y seguridad de todo aquel que la utilice.

Una galería de tiro es una instalación diseñada para instruir a personal militar, policial y civil en tiro con pistola, fusil o arco. Además, está compuesta por una serie de elementos que la caracterizan. Dichos elementos son:

- a) Puesto de tirador.
- b) Parabalas.
- c) Línea de blancos.
- d) Espaldón.
- e) Instalación eléctrica.

Se analizará la galería estudiando el cumplimiento o no de la normativa y partir de las posibles carencias. Se propondrá una restauración y actualización de dicha galería, así como del material necesario para llevarlo a cabo.

1.1 OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto es modernizar, actualizar y restaurar la galería de tiro de la unidad. Para ello, es necesario realizar un estudio de aquello que se pueda implementar y adaptar a las necesidades existentes, además de un estudio de la edificación para su posterior restauración, en caso de ser necesario.

El fin último que se persigue es dar cabida a algunas de las necesidades reveladas por el personal de la unidad:

- i. Aumentar la variedad de ejercicios de tiro que se pueda realizar en la galería.
- ii. Mejorar la instrucción y habilidades del personal que haga uso de la instalación.
- iii. Fomentar el uso de la galería, no solo por los integrantes de la propia unidad, si no por otros cuerpos de seguridad del estado, como es el caso de la policía nacional o la guardia civil.

Si bien no es el objetivo principal del Trabajo, se ha incluido una estimación presupuestaria del material calculado a lo largo del proyecto [Véase Anexo D].

2 METODOLOGÍA

Para poder conseguir los objetivos marcados en el proyecto, se realizarán una serie de fases.

El primer paso es la recopilación de información. Para ello, se estudiará la galería de tiro tanto estructural como funcionalmente, es decir, material y sistemas disponibles para la instrucción del personal, además del estudio de las normativas vigentes de galerías de tiro.

El segundo paso, una vez se haya analizado la situación real y actual de la galería, es la búsqueda de defectos estructurales y carencias, principalmente de material y seguridad. Esta búsqueda será llevada a cabo *in situ* mediante la observación directa (toma de medidas y fotografías en algunos casos).

El tercer paso es la propuesta de mejora en la estructura y material de la instalación, y determinar la posible implementación de nuevos sistemas de tiro, para lo cual se realizará un análisis documental acerca de nuevos sistemas de tiro y comparándolos utilizando un RADAR CHART, método que se explicará en el apartado 6.1.1 del presente trabajo.

Los cálculos durante el proyecto se realizarán de forma manual, utilizando como material de apoyo el programa Excel.

Finalmente, el proyecto terminará con las conclusiones pertinentes y las líneas de trabajo futuras para seguir mejorando y modernizando la galería de tiro.

3 ESTADO ACTUAL Y NORMATIVA VIGENTE

En este apartado se analizará el estado actual de la galería de tiro con respecto a la normativa vigente ^[1]. Además, toda la información recopilada, en lo que a mediciones se refiere, se ha desarrollado de forma empírica en la propia galería de tiro. Para ello, se compararán, en primer lugar, los elementos básicos de una galería de tiro y en segundo lugar, se analizarán aquellas partes de la galería que sean de interés para la mejora de la misma.

3.1 PUESTOS DE TIRADOR

Un puesto de tirador es aquella posición en la que el tirador tiene permitido disparar. En los puestos de tirador se tiene que tener en cuenta la distancia entre los mismos para evitar accidentes durante la expulsión de los casquillos. Dicha distancia debe comprender entre 1 m y 1,5 m. Además, la protección entre puesto puede ser a través de marquesinas o cristaleras y cada puesto dispondrá de una mesa para manipular el arma y la munición. En lo que respecta al suelo, este debe ser totalmente plano en todas las direcciones y rugoso para evitar deslizamientos. La iluminación, por su parte, puede ser tanto natural como artificial, pero no puede provocar brillos o deslumbramientos al tirador. Además, la galería debe estar insonorizada si se encuentra en las proximidades de población civil, y si en la propia galería se contempla el guardar las armas y munición, esta debe disponer de una cámara acorazada para almacenar el material ^[1].

En la actual galería, se puede observar que existen diez puestos de tirador separados por unas marquesinas que evitan el traspaso de casquillos de un puesto a otro. También dispone de una mesa para la manipulación del armamento. Además, la separación entre puestos es de 1'30 m. El suelo es totalmente plano y rugoso, y la iluminación no incide en ningún caso directamente en los puestos de tirador.



Ilustración 1
Puestos de tirador de la galería de tiro. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que cumple con la normativa vigente, no sería necesaria ninguna reforma de este elemento. [Véase Ilustración 1].

3.2 PARABALAS

Los parabalas son pantallas que se colocan en el interior de toda la galería y cuya función principal es la de interceptar y frenar el proyectil desde cualquier ángulo o trayectoria. El objetivo es evitar el traspaso de la bala hacia el exterior de la galería y rebotes del proyectil ^[1].

Es recomendado el uso de hormigón armado reforzado con maderas, aunque no debe usarse exclusivamente este material si no es acompañado de un mantenimiento

periódico, ya que tiende al deterioro con facilidad. Además, el espesor depende del calibre a usar y el tipo de arma ^[1].

En caso de haber columnas, debe evitarse que sean redondas o con bordes redondeados, y que la parte plana de la columna sea perpendicular a la trayectoria del proyectil evitando desviaciones. Además, las columnas tienen que estar cubiertas, por ejemplo, con maderas, con el espesor adecuado al proyectil ^[1].

El interior de la galería, desde los puestos de tirador, está totalmente cubierta por tablones de madera y dependiendo de cómo pueda impactar el proyectil, varía el espesor.

Todas las columnas son cuadradas (30x30 cm) y su orientación es tal que una de sus caras es perpendicular a la trayectoria del proyectil. Tanto su cara frontal¹ como sus laterales están cubiertos con tablones.

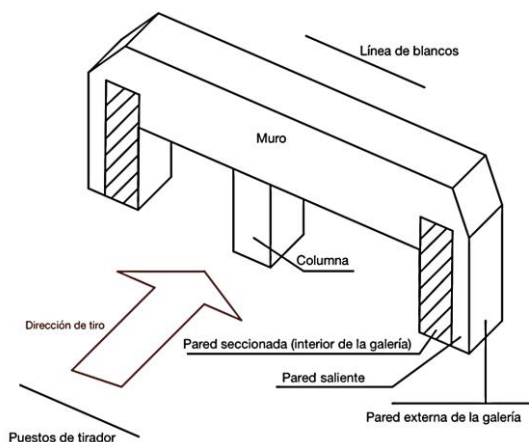


Ilustración 2
Esquema 3D de uno de los muros que cruzan el ancho de la galería. No está a escala. Elaboración propia.



Ilustración 3
Fotografía desde el puesto de tirador. Se puede observar parte del muro y la columna intermedia. Elaboración propia.

En la galería se encuentran tres muros a una determinada altura del suelo. Recorren el ancho de la instalación, apoyándose en las paredes y en una columna intermedia. [Véase Ilustración 2 e ilustración 3].

El objetivo del muro es frenar todo aquel proyectil que no cruce por el hueco que hay bajo este. Se encuentra cubierto en su parte frontal por tablones de madera. Varios de esos tablones sufren desgaste debido al uso, es decir, tienen impactos de bala y requieren de un cambio para el mantenimiento de la galería. El material necesario para su reforma será calculado en el apartado 5.

¹ Aquella que da frente a los puestos de tirador.

3.3 LÍNEA DE BLANCOS

En la línea de blancos es donde se sitúan los objetivos, dianas o siluetas, es decir, es aquella zona donde el tirador apunta durante el ejercicio ^[1].

El blanco en su conjunto está compuesto por:

- i. Un sistema de blancos, que no es sino aquella herramienta que permite girar, abatir o simplemente dejar estática la diana.
- ii. Un soporte, que puede estar equipado en el propio sistema de blancos, y cuya misión es sujetar la diana.
- iii. Una diana, que es aquel elemento el cual es usado como objetivo a disparar durante el ejercicio.

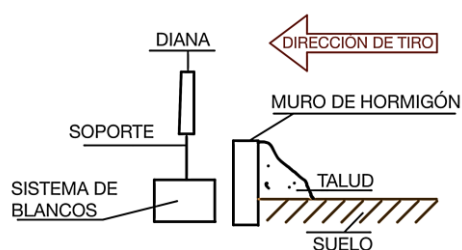


Ilustración 4
Esquema en perfil de elementos que debe tener una línea de tiro. Elaboración propia.

De los elementos mencionados, deben estar cubiertos por un parabatas tanto el sistema de blancos como el soporte. Para cubrir dichos elementos se construye un muro de hormigón con las dimensiones necesarias para su cometido. Este puede estar reforzado con un pequeño talud de tierra o con madera. De esta forma, se evita dañar los blancos y posibles rebotes ^[1]. [Véase Ilustración 4].

La galería de tiro dispone, en su línea de blancos, de un muro parabatas de bloques de hormigón. Las dimensiones de estos son de 40x20x20 cm.

El muro, por su parte, tiene una longitud de 15 m, un alto de 60² cm y un ancho de 20 cm. Este, además, está cubierto por maderas en su parte frontal, lateral y superior. Los tablones de maderas están superpuestos unos sobre otros, dando un espesor adicional al muro de 20 cm en la parte frontal, 5 cm en el lateral y 10 cm en la parte superior. Las dimensiones de los tablones son de 250x20x5 cm.

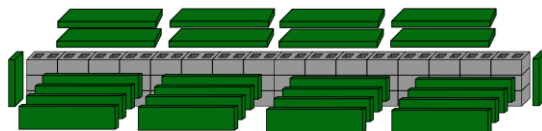


Ilustración 5
Esquema del muro parabatas de la línea de blancos. Muestra el número de tablones necesarios en su parte frontal, lateral y superior en lo que respecta al espesor. No está a escala. Elaboración propia.

² Tiene una altura de tres bloques.

El muro se encuentra deteriorado debido al uso: los tablonces se encuentran destrozados casi en su totalidad y necesitan un cambio, ya que en futuros usos es posible que los proyectiles lleguen a impactar directamente con el bloque de hormigón. [Véase Ilustración 10].

El material necesario para la reforma del muro será calculado en el apartado 5.

3.4 ESPALDÓN

Un espaldón es aquel elemento situado tras la línea de blancos. Se trata del último componente de toda la galería de tiro, por lo que debe frenar el proyectil. Puede ser un muro de hormigón, con tierra en talud con unos 45 grados de pendiente o un muro de hormigón, con recubrimientos de troncos ^[1].

La anchura del muro es la misma que la de la propia galería y la altura debe sobrepasar como mínimo 50 cm la trayectoria más desfavorable.

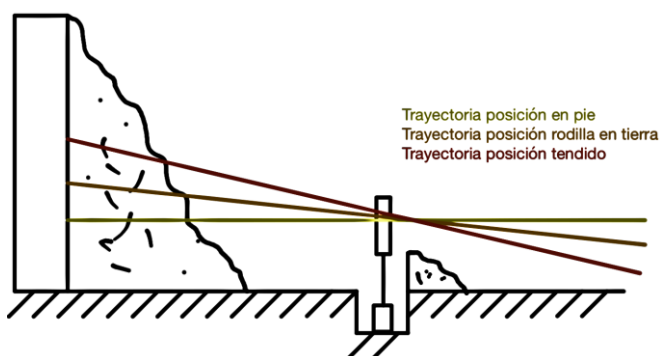


Ilustración 6
Esquema donde se muestra los tres tipos de trayectorias según la posición a tomar. Elaboración propia.

Dicha trayectoria se puede calcular adoptando la posición de tendido debido a que, al disparar desde abajo, la trayectoria que sigue el proyectil es ascendente. En el resto de posiciones de tiro, las trayectorias pueden ser ascendentes, pero su pendiente es menor. [Véase Ilustración 6].

El espaldón de la galería de tiro consta de:

- i. Un muro de 2 m de alto y 20 cm de espesor.
- ii. Un talud de tierra.
- iii. Un muro parabolas de 15 m de largo, 60 cm de alto y 20 cm de espesor. Este muro se encuentra inmediatamente detrás de los blancos y las dimensiones son las mismas que el muro parabolas de la línea de blancos. Los recubrimientos de madera son los mismos que en el apartado anterior; sin embargo, no habrá tablonces laterales³. [Véase Ilustración 7 e ilustración 8].

³ El muro está unido por los laterales a las paredes de la galería de tiro.

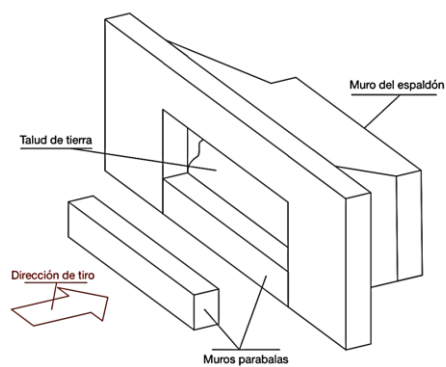


Ilustración 7
Representación 3D de la zona del espaldón y
línea de blancos. No está a escala.
Elaboración propia.

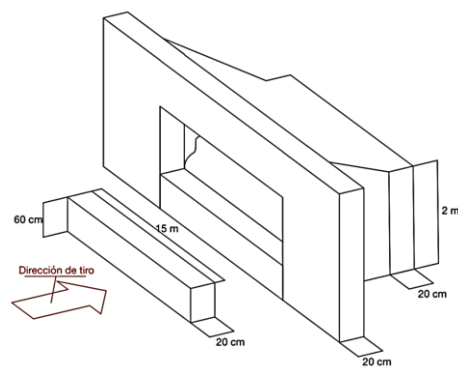


Ilustración 8
Representación 3D de la zona del espaldón y
línea de blancos con las medidas más relevantes.
No está a escala. Elaboración propia.

Observando las ilustraciones 7 y 8, se puede apreciar un espacio entre los dos muros parabolas. En ese espacio se colocarían los blancos.

En este caso ocurre lo mismo que en el apartado anterior; los tablonces de madera se encuentran deteriorados y es necesario un cambio para el uso de la galería.

El material necesario para su restauración será calculado en el apartado 5.



Ilustración 9
Estado del muro parabolas del espaldón. Elaboración propia.



Ilustración 10
Estado del muro parabolas de la línea de blancos.
Elaboración propia.

3.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica debe estar protegida ante cualquier impacto, para ello debe ser subterránea o en caso de no serlo, estar protegida con parabalas, al igual que ocurre con los focos de iluminación^[1].

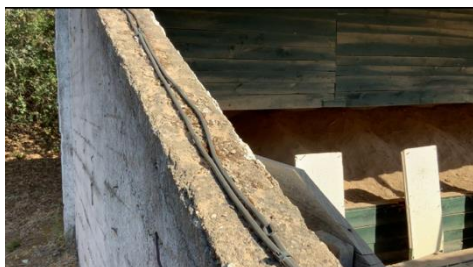


Ilustración 11
Cableado eléctrico por encima de las paredes.
Elaboración propia.

El cableado eléctrico, el cual alimenta los focos de iluminación, está colocado por encima de las paredes. Esto es posible gracias a su grosor [véase Ilustración 11].

Respecto a los focos de iluminación, se encuentran en la parte trasera los muros elevados del suelo, y todos iluminan el interior de la galería [Véase Ilustración 12].

La instalación eléctrica es alimentada directamente desde el acuartelamiento y cumple con la normativa vigente. Desde el punto de vista de la seguridad no es necesaria ninguna reforma, aunque estéticamente sí es mejorable.

3.6 DIMENSIONES DE LA GALERÍA DE TIRO

La galería de tiro no es uniforme; tiende a ensancharse desde el inicio (puestos de tirador) hasta el final (espaldón).

En su parte inicial, el ancho de la galería es de 15 m; sin embargo, en la parte final es de 17 m. Esto se debe a que las paredes se cierran hacia el interior de la galería (no son paralelas), pero a una determinada distancia salen hacia el exterior. La distancia que se ensancha es mayor que la distancia que se estrecha. Por ello, el ancho de la galería en el espaldón es superior a la de los puestos de tirador. [Véase Ilustración 13].

El largo de la galería es de 25 m, aunque los blancos se encuentran a una distancia ligeramente inferior.

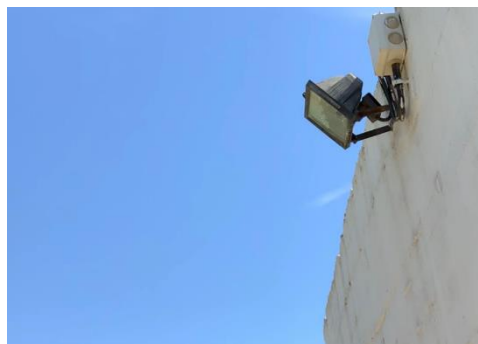


Ilustración 12
Foco de iluminación por detrás de un muro.
Elaboración propia.

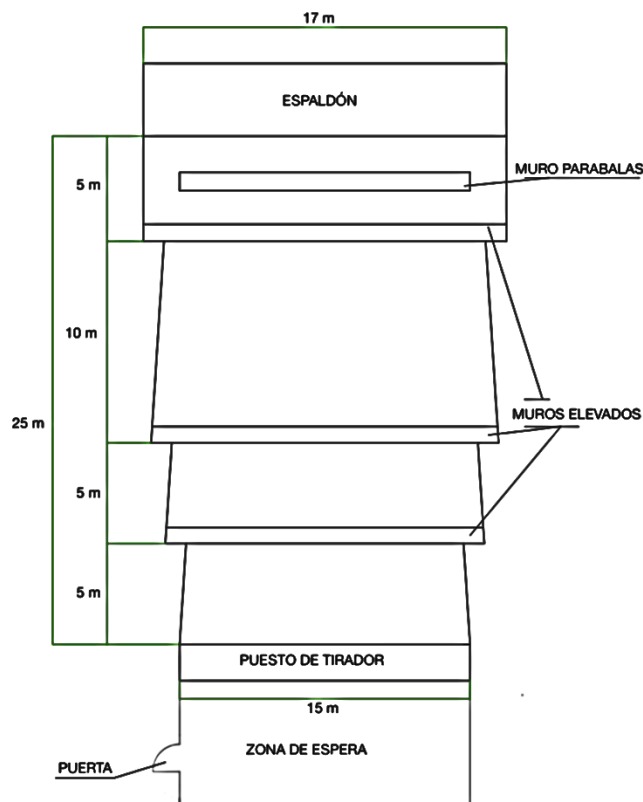


Ilustración 13
Esquema de la galería de tiro. Vista desde la planta.
Elaboración propia.

3.7 TECHADO

La galería de tiro, como ya ha sido mencionado, es al descubierto. No obstante, hay dos pequeños techados, uno en los puestos de tirador, y otro en la línea de blancos.

El primer techado es de hormigón, y se encuentra reforzado con tabloncillos de madera (solo la parte que da al interior de la galería), que cumplen la función de paraballas. El objetivo de este techado es evitar que cualquier disparo fortuito o desviación durante la ejecución de un ejercicio salga de los límites de la galería. Además, protege a los tiradores de la lluvia, el granizo o la nieve.

El segundo techado es de chapa. Se mantiene gracias a unas correas tubulares y vigas IPE⁴. El objetivo de este segundo techado es proteger a los blancos de la lluvia, granizo o nieve.

⁴ Perfil I de espesor Europeo.

4 ESTADO DEL ARTE

4.1 TIPOS DE GALERÍAS

Esta clasificación se debe exclusivamente a galerías de tiro con pistola y a la distancia de los blancos, ya que se ajusta a las características de la galería de tiro del proyecto. Además, todas ellas pueden ser cubiertas o descubiertas:

- i. Galería de tiro de 10 m.
- ii. Galería de tiro de 25 m.
- iii. Galería de tiro de 50 m.
- iv. Galería de tiro de 300 m.

4.2 TIPOS DE BLANCOS

La galería dispone de blancos fijos, es decir, no tienen ningún tipo de movimiento, por lo que, la variedad de ejercicios para la instrucción del personal es limitada.

Son varios los blancos que pueden influir en la mejora de la instrucción del personal: el blanco electrónico Combat 10, el blanco electrónico LOMAH, y el blanco abatible TE 100, los cuales se detallan en los siguientes subapartados.

4.2.1 BLANCO PORTATIL COMBAT 10

Este es un blanco portátil con modo amigo/neutro/enemigo (blanco giratorio), según se programe. Dispone de un mando de control vía radio para accionarlos. Todo este sistema no solo permite la instrucción estándar de precisión o tiro de combate, sino que obliga al usuario razonar y pensar si debe ejecutar el disparo o no. Además, el sistema dispone de un contador de impactos; de esta forma el personal puede saber su número de aciertos y fallos ^[2].

4.2.2 BLANCO ELECTRÓNICO LOMAH

Este tipo de blanco se caracteriza por mostrar en un monitor PC, al lado del tirador, los impactos realizados sobre el objetivo y su agrupación, sin necesidad de acercarse al blanco.

El sistema consigue este resultado debido a la medición del tiempo de la onda sonora del proyectil. El objetivo dispone de seis micrófonos que miden la onda de llegada y triangulan la posición. De esta forma se deduce dónde ha impactado el proyectil y lo refleja en el monitor ^[2].

El Sistema LOMAH también posee un sistema mecánico abatible que permite ocultar o mostrar el blanco.

Existe la versión móvil que consiste en montar el blanco sobre un carro autónomo con ruedas. La instalación requiere de un carril para guiar al carro a través de un cable y poleas desde un motor eléctrico lateral ^[2].

4.2.3 BLANCO ABATIBLE TE 100

Es un blanco sencillo y robusto que consiste en mostrar o abatir el objetivo. El tiempo de reacción que tiene el tirador para efectuar el disparo es de 0'5 segundos, dando complejidad al ejercicio. Además, el sistema lleva consigo un detector de disparos que los muestra una la pantalla PC. No es necesaria la extensión de un cableado eléctrico para su uso, y es utilizado por vía radio ^[2].

5. RESTAURACIÓN

Desde la observación directa de la galería, se ha llegado a la conclusión de no realizar una reforma estructural. No se han detectado grietas en el hormigón que hagan peligrar la edificación. La instalación tampoco carece de medidas de seguridad según normativa, por lo que el proyecto se centrará en la reforma del material desgastado debido al uso.

5.1 MATERIAL

El material desgastado es el parabalas, es decir, todos aquellos tablones de madera que se encuentran deteriorados por impactos de bala. Los tablones que necesitan un cambio urgente son los de la línea de blancos y el espaldón, debido al estado en el que se encuentran. También se tendrán en cuenta aquellos tablones de los muros elevados del suelo y las paredes de la galería, aunque estos no son imprescindibles para el uso de la galería por su escaso deterioro.

Suponiendo una sustitución total de las maderas del muro que protege los blancos, se calcula un total de 85 tablones.

En el caso del muro inmediatamente detrás de los blancos (espaldón), se calcula un total de 84 tablones.

Respecto a los tablones de madera de los muros elevados del suelo y las paredes de la galería, se calcula un total de 18 tablones.

Finalmente, el número total de tablones de madera es la suma de todos ellos. Además, se le aplica un coeficiente de 1.1⁵ para mayorar el número final cubriendo así cualquier tipo de imprevisto, tanto en la ejecución de la reforma como en la misma manipulación de los tablones.

⁵ El coeficiente es un 10% del total de tablones de madera.

La ecuación aplicada es:

$$1'1 \times (85 + 84 + 18) = 205'7 \text{ tablones.}$$

Para poder realizar la reforma completa de la galería es necesario un total de 206⁶ tablones de madera.

5.2 CÁLCULO DEL MATERIAL

En este apartado se justificarán los datos mencionados anteriormente mediante sus cálculos. La unidad de medida en las ecuaciones es el metro.

5.2.1 MURO DE LA LÍNEA DE BLANCOS

Las dimensiones del muro son 15 m de largo, 60 cm de alto y 20 cm espesor. Los tablones de madera tienen las dimensiones de 250x20x5 cm.

En la parte frontal, superponiendo tablones de madera se llega a un espesor de 20 cm. La ecuación realizada para el cálculo es:

$$\frac{15 \times 0'6 \times 0'2}{2'5 \times 0'2 \times 0'05} = 72 \text{ tablones.}^7$$

En la parte superior hay un espesor de 10 cm y el ancho es de 20 cm, realizando el mismo cálculo se requieren un total de 12 tablones. En los laterales el espesor es de 5 cm por lo que se requeriría 1 tablón.

La suma de todos los tablones es 85.

5.2.2 MURO DEL ESPALDÓN

Este muro tiene las mismas dimensiones que el anterior, y el número de tablones es similar, los únicos tablones que no se tendrían en cuenta serían los de los laterales⁸.

La suma total es: $72 + 12 = 84 \text{ tablones.}$

5.2.3 MUROS ELEVADOS DEL SUELO Y PARED

En este caso no se ha realizado un cálculo explícito, sino que se ha contado *in situ* los tablones en mal estado. El criterio a seguir para considerarlo tablón no apto⁹ ha sido el número de impactos.

⁶ Se le aplica a todo número con decimal un redondeo al alza.

⁷ La ecuación consiste en dividir las dimensiones del muro (numerador) entre las de los tablones (denominador).

⁸ Esto se debe a que este muro está unido a las paredes de la propia galería, por ello no tiene tablones en los laterales del muro.

⁹ Para continuar con su uso en la galería de tiro.

- i. Si el número de impactos en el tablón es de 5 o superior, se considera tablón no apto.
- ii. Si el número de impactos en el tablón es inferior a 5, se considera apto.

El número de tablonos no aptos en los tres muros elevados del suelo es de 11, y en las paredes es de 7. Por lo que, el total de tablonos no aptos es 18.

6 ACTUALIZACIÓN Y MODERNIZACIÓN

En el actual apartado se comparan los blancos que se quieren implementar y se escoge el más eficiente. También se contempla la reducción de distancia entre la línea de tiro y la de blancos, y todo el material que se necesitaría para llevarlo a cabo.

6.1 ELECCIÓN DEL BLANCO

A continuación, se explica con más detalle el método a utilizar y los valores que se dan a cada una de las características que se evalúan, además de cómo se instalaría el blanco escogido.

6.1.1 METODOLOGÍA

Para determinar cuál de los blancos es la opción que más provecho sacaría la unidad, se va a utilizar el RADAR CHART.

Se ha escogido este método por su fácil interpretación visual, dado que muestra gráficamente las carencias o puntos fuertes de los elementos a estudiar¹⁰. Tiene como objetivo comparar dichos elementos y mejorar aquellas cualidades que flaquean.

Para llevar a cabo el proceso se ha tomado como variables de comparación una serie de características que interesaría que los blancos las tuviesen. Sin embargo, cada característica tiene su nivel de importancia. Por ello se pondera cada una de las variables dependiendo de dicha importancia.

Seguidamente se justificarán las características que deben tener los blancos, y su ponderación:

Se evaluarán 5 características en los blancos: movilidad, comodidad, flexibilidad, capacidad nocturna y tipos de siluetas. Las dos primeras características (movilidad y comodidad) al tener una gran insistencia en las encuestas [Véase anexo A] serán diferenciadas valiéndolo el doble respecto al resto. De esta forma la selección del blanco se adaptará a las necesidades del personal de la unidad.

El valor de cada característica según el blanco variará de 1 a 3, siendo 1 el valor mínimo y 3 el valor máximo.

¹⁰ Estas carencias o puntos fuertes son relativos, ya que se comparan entre los propios elementos que se estudian.

- **Capacidad nocturna:** si el sistema dispone de un juego de luces para realizar ejercicios nocturnos, tendrá un valor de 3. Si dispone al menos de un luz o LED que permita identificar el blanco en modo nocturno, tendrá un valor de 2. Si no dispone de ninguna capacidad nocturna, tendrá un valor de 1.
- **Movilidad:** si es tanto abatible como giratorio, tendrá un valor de 3. Si es sólo abatible o giratorio, tendrá un valor de 2. Si es fijo, el valor será 1.
- **Flexibilidad:** si el sistema se implanta sin necesidad de preinstalar algún mecanismo previo para su utilización, tendrá un valor de 3. Si es necesario la instalación de algún mecanismo previo, tendrá un valor de 2. Si el sistema necesita una instalación fija para su uso, tendrá un valor de 1.
- **Comodidad:** si el sistema permite ver los impactos y su agrupación tras cada ejercicio, sin necesidad de desplazar al tirador para parchear, tendrá un valor de 3. Si el usuario puede ver el número de impactos sin desplazarse, pero sí tenga que aproximarse a los blancos para parchear y ver su agrupación, entonces su valor será 2. Si no permite ninguna de las opciones anteriores, el valor será 1.
- **Tipos de dianas:** si el sistema de blancos permite cambiar la diana completa, variando tanto la forma como la silueta de la misma, tendrá un valor de 3. Si el sistema no dispone de blancos con formas distintas, pero sí permite variar la silueta, tendrá un valor de 2. Si no permite ninguna de las opciones anteriores, su valor será 1.

6.1.2 VALORES ASIGANDOS

Una vez explicado el rango de valores que puede adquirir cada característica, se justificará la puntuación según el tipo de blanco.

6.1.2.1 BLANCO LOMAH

- **Capacidad nocturna:** este blanco posee una luz en su soporte. Puede ser programada y encendida cada vez que el instructor desee. Además, tiene la opción de estar fija o intermitente, lo que permite variedad en los ejercicios de tiro nocturnos. Por ello, tiene un valor de 3.
- **Movilidad:** el blanco es abatible. No tiene la doble capacidad de abatible y giratorio. Por ello, tiene un valor de 2.
- **Flexibilidad:** el sistema se instala en la zona de blancos sin necesidad de preinstalar cualquier tipo de plataforma o similar para su funcionamiento. Puede estar conectado a una toma de corriente o ser alimentado a través de una pila/batería. Por ello, tiene un valor de 3.
- **Comodidad:** el sistema LOMAH permite ver en una pantalla de PC, tanto el número de impactos, como la agrupación de dichos

impactos. Evita el parcheo, pudiendo continuar con los ejercicios. Por ello, tiene un valor de 3.

- **Tipos de dianas:** con este tipo de blancos se puede cambiar la silueta y el tamaño del blanco para aumentar o disminuir la dificultad del ejercicio. Por ello, tiene un valor de 3.

6.1.2.2 COMBAT 10

- **Capacidad nocturna:** este tipo de blanco carece de luces o LED que permita realizar ejercicios de tiro nocturnos. Se necesitan focos de luz ajenos al sistema. Por ello, tiene un valor de 1.
- **Movilidad:** el sistema Combat 10 permite girar el blanco, pero no es abatible. Por ello, tiene un valor de 2.
- **Flexibilidad:** es un sistema de instalación rápida, se coloca en la línea de blancos sin necesidad de instalaciones previas para su puesta en marcha. Además, funciona con pila/batería, es decir, no necesita ningún tipo de cableado para su uso. Por ello, tiene un valor de 3.
- **Comodidad:** el sistema lleva consigo un detector de impactos, por lo que, se puede saber el número de veces que ha recibido un proyectil. Sin embargo, no se puede saber la agrupación, si no es yendo al mismo blanco. Por ello, tiene un valor de 2.
- **Tipos de dianas:** este tipo de blanco sólo posee un tipo de dianas. Por ello, tiene un valor de 1.

6.1.2.3 BLANCO TE100

- **Capacidad nocturna:** el sistema TE100 no posee capacidad nocturna, ya sea luz o LED. Para poder ser utilizado por la noche, se necesitan focos de iluminación ajenos al sistema. Por ello, tiene un valor de 1.
- **Movilidad:** el blanco TE100 es abatible pero no giratorio, es decir, no cumple la dualidad. Por ello, tiene un valor de 2.
- **Flexibilidad:** el sistema se pone en marcha sin necesidad de una instalación previa. Funciona con pila/batería, por lo que, tampoco es necesario la extensión de un cableado. Por ello, tiene un valor de 3.
- **Comodidad:** el sistema detecta los impactos recibidos en la silueta. Sin embargo, no muestra la agrupación de los mismos. Esto obliga al tirador aproximarse a ellos para verificar la agrupación y parchear. Por ello, tiene un valor de 2.

- **Tipos de dianas:** este tipo de blanco permite cambiar la silueta, pero el tamaño de la diana es el mismo en todos los casos. Por ello, tiene un valor de 2.

6.1.3 RESULTADOS DEL MÉTODO

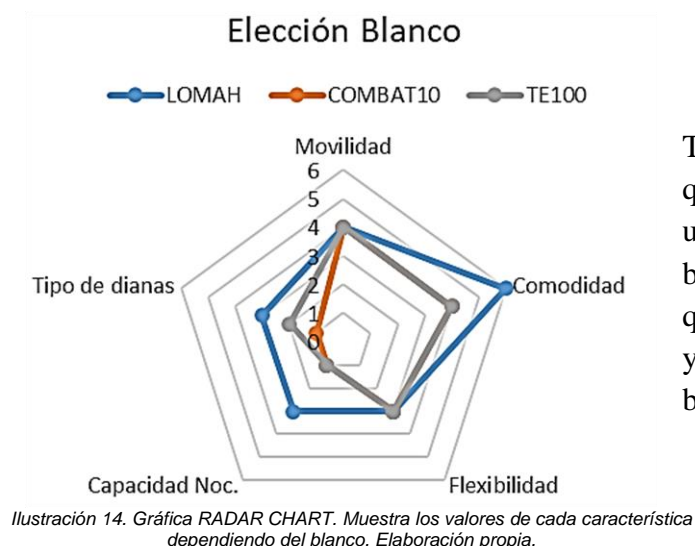
En este apartado se escogerá el blanco que mejor cumple las características mencionadas, en otras palabras, aquel que obtenga una media mayor.

Para la obtención del RADAR CHART se ha usado el programa Excel, y la tabla utilizada es la siguiente:

Características	Ponderación	LOMAH		COMBAT10		TE100	
<i>Movilidad</i>	2	2*	4	2*	4	2*	4
<i>Comodidad</i>	2	3*	6	2*	4	2*	4
<i>Flexibilidad</i>	1	3*	3	3*	3	3*	3
<i>Capacidad Noc.</i>	1	3*	3	1*	1	1*	1
<i>Tipo de dianas</i>	1	3*	3	1*	1	2*	2
Media			2,71		1,86		2

Tabla 1. Matriz de valores. * Valores obtenidos del apartado 6.1.2. Elaboración propia.

En la tabla se puede apreciar varias columnas en color y varias en blanco. La columna en azul es la ponderación de cada característica y en verde el valor de esa misma característica dependiendo del blanco por su correspondiente ponderación.



El resultado gráfico de la Tabla 1 es la Ilustración 14 en la que se contemplan tres polígonos, uno exterior correspondiente al blanco LOMAH, uno intermedio que corresponde al blanco TE100, y uno interior correspondiente al blanco COMBAT 10.

Las conclusiones que se pueden obtener del RADAR CHART son las siguientes:

En la característica *movilidad* todos los blancos obtienen la misma puntuación, siendo una de las características de más importancia. Sin embargo, la otra cualidad con máxima ponderación *comodidad*, sólo el blanco LOMAH obtiene la puntuación máxima.

Esto hace que la media ponderada del Sistema LOMAH sea muy superior al del resto de blancos [Véase Tabla 1]. De esta forma, se observa que la cualidad *comodidad* es la decisiva en la elección del Blanco óptimo.

El resto de cualidades en mayor o menor medida siguen siendo de una puntuación superior en el Blanco LOMAH o como mínimo igual respecto los otros blancos. Sí es cierto que todos los blancos supondrían una modernización de la galería de tiro, pero en concreto, el Blanco LOMAH destaca significativamente, siendo el escogido para su implementación.

6.1.4 INSTALACIÓN DEL BLANCO

En el presente apartado se explicará cómo iría instalado el sistema elegido. Las dimensiones del mismo y su puesto en la galería de tiro. Cabe mencionar que; la unidad dispone de este sistema en el acuartelamiento y, a pesar de no haber llevado a la práctica este apartado, se podría comprobar en cualquier momento.

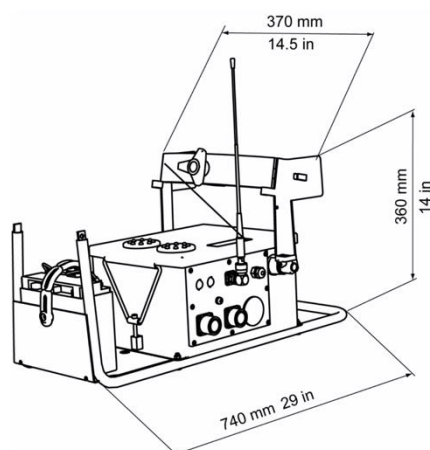


Ilustración 15
Sistema LOMAH. [3]

Mediante mediciones *in situ*, la distancia entre el primer muro parabolas de la línea de blancos y el segundo es de 1'35 m. [Véase Ilustración 16].

La línea de tiro mide 15 m. Sin embargo, los puestos de tirador solo ocupan los 12 m centrados de dicha línea. Esto se debe a que existe un margen

Las medidas del dispositivo que sostiene la diana son, 74 cm de largo, 37 cm de ancho y 36 cm de alto ^[3]. [Véase Ilustración 15 e Ilustración 16].

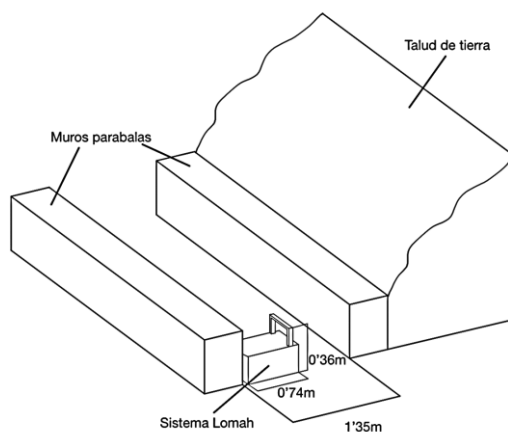


Ilustración 16
Esquema de la línea de blancos con el Sistema LOMAH instalado. No está a escala. Elaboración propia.

entre las paredes y el primer y último puesto de tirador, motivo por el cual, para enfrenar el blanco al tirador, se requiere calcular la distancia entre los blancos en esos 12 m, y analizar si dicha distancia es suficiente.

La fórmula para obtener la distancia entre blancos es:

$$\frac{12 - 0'37 \times 10}{9} = 0'92 \text{ m.}$$

Donde:

- 12 es la distancia a cubrir.
- 0'37 es la anchura del blanco (en metros).
- 10 es el número de blancos (número máximo de tiradores que permite la galería de tiro).
- 9 es el número de huecos, entre los blancos, que hay a lo largo de los 12 m.



*Ilustración 17
Silueta de 50 cm del Sistema LOMAH. Elaboración propia.*

El resultado es la distancia de esos huecos, es decir, entre dianas habrá una distancia de 0'92 m, la cual se considera suficiente para poder realizar el ejercicio de tiro ^[3].

Sin embargo, surge un inconveniente: la distancia existente hasta llegar al muro del espaldón una vez colocado Sistema LOMAH. Esa distancia es de 61 cm, lo que impide el uso de los blancos grandes y medios, puesto que, todos miden más de 90 cm¹¹.

A pesar de ello, el Sistema LOMAH tiene un blanco de 50 cm¹², que permite ser abatido sin llegar al muro parabolas del espaldón. [Véase Ilustración 17].

¹¹ Medición del blanco en la propia base.

¹² Medición del blanco en la propia base.

Este inconveniente no ocurriría en las distancias de 8 m y 15 m¹³, ya que no hay un límite tras estos. Así, pueden usarse todos los tipos de blancos de que dispone el sistema.

Como conclusión, sí es cierto que un blanco giratorio, debido al muro parabolas que se encuentra detrás, se podría considerar una mejor opción¹⁴, pero esto es fácilmente compensado con un blanco de menos tamaño. Además, no se descarta la opción de poner blancos de mayor tamaño a 25 m, siempre y cuando no los abatan.

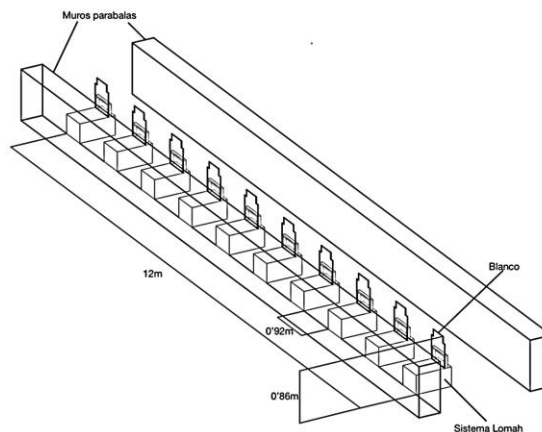


Ilustración 18
Esquema de la línea de blancos con los 10 objetivos del Sistema LOMAH. Elaboración propia.

6.2 REDUCCIÓN DE LA DISTANCIA DE LOS BLANCOS

El actual apartado ha surgido por la necesidad de poder realizar ejercicios de tiro a distancias menores de 25 m [Véase Anexo A].

La primera opción a tener en cuenta fue acercar los puestos de tirador, como ocurre con los campos de tiro. En estos, la línea de blancos se mantiene fija y es el tirador el que se acerca o aleja. Sin embargo, esta opción se descarta, debido a que, al no disponer de un techado que evite la salida de las balas, solo se puede disparar desde el sitio pensado para ese cometido. En los puestos de tirador se encuentra un pequeño techado cubierto con parabolas, que evita la salida de cualquier proyectil exclusivamente desde esa posición, es decir, en cualquier otro lugar que no sea el puesto de tirador, existe la posibilidad de que algún disparo salga de los límites de la galería.

Por ese mismo motivo, también se descarta la opción de instalar cualquier sistema que dependa del techo, ya que la galería no dispone de uno. Un ejemplo sería acercar o alejar los blancos a través de un rail, como es el caso de algunas galerías de tiro civil o policial.

¹³ Dichas distancias serán detalladas en el siguiente apartado.

¹⁴ El giratorio no tendría el riesgo de chocar con el muro del espaldón.

No obstante, aún queda la opción del suelo. Podría instalarse unos railes a lo largo de la galería que permitiese acercar el blanco (similar al anterior). Esta opción se descarta por los siguientes motivos:

- i. Sería necesaria la instalación de unos railes o guías longitudinales. Siendo inviable este sistema, ya que, todo aquello que sujeta o mueve el blanco debe estar cubierto y protegido por paraballas ^[1], es decir, lo único que puede verse desde el puesto del tirador es el blanco, no puede verse ni el soporte ni el sistema que lo traslada.
- ii. Sería necesario el tendido de una instalación eléctrica más compleja que la que existe actualmente en la galería.

Como última opción y más viable sería la construcción de dos muros paraballas adicionales, a 15 m y 8 m (distancias más comunes en la ejecución de tiro con pistola). [Véase Ilustración 22; Anexo C].

Las dimensiones de los muros serían, 13 m de largo, 60 cm de alto y 20 cm de espesor.

Este muro tendría una longitud inferior al de la línea de blancos de 25 m. Esto se debe a la disposición no paralela de las paredes. Para evitar que, durante la construcción de los muros, los cimientos de las paredes perjudiquen la obra, los cimientos de los muros a construir comenzarían a partir de un metro desde la pared hacia el interior.

En ambos muros la cimentación sería una zapata corrida, con la mínima armadura posible, ya que solo tendría la función de soportar la estructura propia. No habría cargas externas.

6.2.1 CÁLCULO DE MATERIAL

En este apartado se calcula todo el material necesario para la construcción de ambos muros paraballas. Para ello se desarrollan los siguientes apartados: cimentación, hormigón, bloques de fábrica, mortero y armadura.

6.2.2.1 CIMENTACIÓN

Para frenar los proyectiles y no dañar los sistemas de blancos se pretende construir un muro de 13mx60cmx20cm para cada línea de blancos.

El muro será de fábrica¹⁵. Esto se debe a que el muro paraballas que se encuentra en la línea de blancos de 25 m está construida con este material, además su construcción es más rápida que la de hormigón encofrado, ya que este tarda en fraguar 28 días. La cimentación será una zapata bajo muro o zapata corrida.

¹⁵ Bloques de hormigón.

Respecto al cálculo de una zapata se tiene que contemplar la flexión, el cortante, la fisuración y el punzonamiento. Y en lo que respecta a los bloques se tendrá en cuenta el número de los mismos y el volumen de mortero necesario para sus juntas y el relleno.

6.2.2.1.1 ZAPATA CORRIDA

Como se ha mencionado anteriormente, se contemplará la flexión, el cortante, la fisuración y el punzonamiento.

En un principio las dimensiones de la cimentación del muro serán las mínimas requeridas y se comprobará si es suficiente o es necesaria una modificación. Las operaciones realizadas son redondeos y los resultados están mayorados optando en todo momento por el lado de la seguridad.

Según el EHE_2008^[4] el canto mínimo de una zapata debe ser $h = 25$ cm. Partiendo de esto, se recomienda un vuelo $v = 2h$, es decir, 50 cm. además el ancho del muro es 20 cm (coincidente al bloque de hormigón), por lo que el ancho total de la zapata es $L = 120$ cm [Véase Ilustración 25; Anexo C].

Previamente se darán unos datos iniciales necesarios para los correspondientes cálculos:

- N_d : axil de cálculo.
- σ_{adm} : tensión admisible del suelo.
- f_{yd} : tensión de cálculo del acero.
- f_{cd} : tensión de cálculo del hormigón.

Respecto a la nomenclatura de la cimentación [véase Ilustración 24 e Ilustración 25; Anexo C]:

- L : ancho de la zapata.
- B : largo de la zapata¹⁶.
- v : vuelo de la zapata.
- d : canto útil. $d = h - 10$ cm.
- h : canto de la zapata.

Para la obtención del N_d se ha tenido en cuenta exclusivamente el peso del muro sobre la zapata debido a que no soporta cargas adicionales, en ese caso se tendrían en cuenta las adicionales y el peso del propio muro. Para el cálculo del peso del muro se ha multiplicado el peso de todos los ladrillos por un factor de seguridad de 1,5¹⁷:

$$N_d = \frac{(130 \times 15)}{100} \times 1,5 = 29,25 \text{ kN}$$

¹⁶ En este caso al ser una zapata corrida se toma como referencia 1 m de largo.

¹⁷ El valor del factor es de elección propia para darle una seguridad adicional en la fase de cálculo.

Donde 130 es el número de bloques¹⁸, 15 el peso en kg de cada bloque^[5].

La tensión admisible es de 160 kN/m² debido a que se puede asimilar a un terreno arenoso compacto^[6] [véase Anexo B].

Finalmente, quedaría la elección del acero para la armadura y el tipo de hormigón. En el primer caso se encuentran las opciones de un acero B400S¹⁹ o un acero B500S²⁰. Ambos son igual de válidos, los diferencian las tensiones que son capaces de soportar. Se ha optado por un acero B500S, ya que con menos cantidad de armadura soporta las mismas tensiones que el B400S. En el segundo caso se encuentra una variedad de hormigones también clasificados por su resistencia. Al ser una cimentación se recomienda un hormigón mínimo H-25^[7], sin embargo, se ha optado por un hormigón H-30²¹ siendo más resistente. A estos valores se les aplica unos coeficientes de seguridad^[4] $\gamma_s^{22} = 1,15$ y $\gamma_c^{23} = 1,5$ siendo los resultados finales $f_{yd} = 434,78 \text{ N/mm}^2$ y $f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$.

6.2.2.1.2 COMPROBACIÓN A FLEXIÓN

Para realizar la comprobación a flexión se realiza el método de tirantes y bielas^[4], este método calcula el esfuerzo que se produciría en la cimentación debido a la flexión, y por tanto la armadura necesaria para soportar dicho esfuerzo. La fórmula es la siguiente:

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0,85 \times d} \times (X_1 - 0,25 \times a) = A_s \times f_{yd}$$

En esta fórmula se ha optado por tomar un valor $R_{1d} = N_d$, de esta forma es mayorado el esfuerzo real que soporta la zapata. Al no haber momentos externos se supone exclusivamente un esfuerzo axial²⁴, por lo que al estar centrado el muro sobre la zapata, la situación es simétrica. Por consiguiente, $X_1 = L/4$ donde L es ancho de la cimentación.

$$T_d = \frac{29,25}{0,85 \times 0,15} \times \left(\frac{1,2}{4} - 0,25 \times 0,2 \right) = 57,35 \text{ kN}$$

$$A_s = \frac{57,35 \times 1000}{434,78} = 131,9 \text{ mm}^2$$

El esfuerzo que soportaría la zapata a flexión en sus tirantes sería de 57,35 kN y la sección armadura necesaria (A_s) para soportar dicho es fuerza sería de 131,9 mm².

¹⁸ La obtención de este resultado se justifica en el apartado 6.2.2.2

¹⁹ Cuya tensión es de 400 N/mm².

²⁰ Cuya tensión es de 500 N/mm².

²¹ Cuya tensión es de 30 N/mm².

²² Para el acero.

²³ Para el hormigón.

²⁴ No tiene excentricidad la carga aplicada.

6.2.2.1.3 COMPROBACIÓN A CORTANTE

En esta situación se calculará el esfuerzo a cortante que soportaría la zapata y se comparará con el que puede llegar a soportar.

El cortante que se produce V_d y el cortante que puede llegar a soportar la zapata V_{cu} vienen dadas por las siguientes fórmulas:

$$V_d = \gamma_f \times 6 \times B \times (v - d)$$

$$V_{cu} = \frac{0,15}{\gamma_c} \times \zeta \times (100 \times \rho_1 \times f_{cd})^{\frac{1}{3}} \times B \times d$$

Donde γ_f es un factor que tiene como valor 1^[9], 6 es la tensión que soporta la zapata debido al axil N_d , ζ es un valor que depende de d y ρ_1 es la cuantía geométrica²⁵, dicho de otra forma, la armadura que tiene la cimentación^[4].

$$6 = \frac{N_d}{L \times B} = \frac{29,25}{1,2 \times 1} = 24,373 \text{ kN/m}^2$$

$$V_d = 1 \times 24,373 \times 1 \times (0,5 - 0,15) = 8,53 \text{ kN}$$

$$V_{cu} = \frac{\frac{0,15}{1,5} \times 2,15 \times (100 \times 0,0018 \times 20)^{\frac{1}{3}} \times 1000 \times 150}{1000} = 49,53 \text{ kN}$$

Se comprueba que $V_d < V_{cu}$, por lo que, con la armadura mínima recomendada^[4] soporta el cortante.

En los casos de *Fisuración* y *Punzonamiento* no sería necesaria su comprobación^[4]. Esto se debe a que la fisuración se produce a través de esfuerzos o cargas repetidas muy altas²⁶, y el punzonamiento se produce cuando el pilar sufre un gran axil y lo transmite a la cimentación²⁷.

6.2.2.2 HORMIGÓN

Para calcular el volumen de hormigón hay que tener en cuenta las dimensiones de la zanja²⁸, las cuales son 13 m a lo largo, 50 cm de profundidad y 120 cm de espesor.

Sin embargo, a la profundidad se le descuenta, para el volumen de hormigón, 5 cm de hormigón de limpieza y 20 cm de tierra²⁹. [Véase Ilustración 25; Anexo C].

²⁵ En este caso es la cuantía geométrica mínima, es decir, la armadura mínima que debe tener la zapata.

²⁶ No ocurre en este caso.

²⁷ Suele darse en zapatas aisladas.

²⁸ El hormigón se vierte directamente sobre la zanja.

²⁹ Esto se debe a que la parte superior de la zapata se encuentra enterrada 20 cm bajo el nivel del suelo.

El volumen de hormigón para ambos muros es:

$$2 \times (13 \times 0'25 \times 1,2) = 7,8 \text{ m}^3.$$

Este resultado se mayor a un 10% de seguridad³⁰.

$$7.8 \times 1'1 = 8,58 \text{ m}^3.$$

La cantidad necesaria de hormigón para las zapatas de los dos muros es de 8,6 m³.

6.2.2.3 LADRILLOS DE HORMIGÓN

Las dimensiones de los bloques son 40x20x20 cm por lo que el número total de ladrillos entre los dos muros es:

$$2 \times \left(\frac{13 \times 0'8 \times 0'2}{0'4 \times 0'2 \times 0'2} \right) = 260 \text{ bloques.}$$

Aplicando el 10% de seguridad.

$$260 \times 1'1 = 286 \text{ bloques.}$$

Finalmente, sale un total de 286 bloques.

6.2.2.4 MORTERO

Otro material a tener en cuenta es el mortero necesario para juntar los bloques y rellenar los huecos internos.

Las juntas de mortero son de 1 cm de espesor. Hay dos juntas por ladrillo o bloque de hormigón, la cara superior y un lateral.

El volumen de mortero necesario para las juntas es:

$$(0'2 \times 0'4 \times 0'01 + 0'2 \times 0'2 \times 0'01)^{31} \times 286 = 0'34 \text{ m}^3.$$

En este caso no se aplica un porcentaje para mayorar, ya que se tiene en cuenta en los bloques de hormigón. Así, el volumen de mortero para las juntas es de 0'34 m³.

A continuación, se calculará el mortero necesario para rellenar los huecos de los bloques.

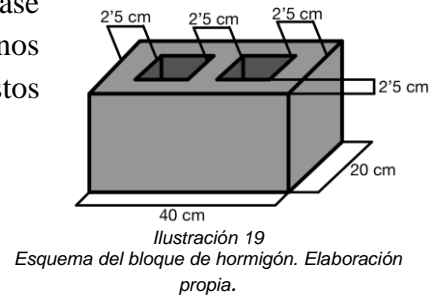
³⁰ En este tipo de obras es muy común que la zanja no se haga exactamente como se pide, teniendo el riesgo de ser mayor y necesitar más material.

³¹ El primer producto es el volumen de mortero de la cara superior en un bloque, el segundo producto es el volumen en el lateral.

El espesor de los bloques es de 2'5 cm [véase Ilustración 19], por lo que los rectángulos internos tienen unas dimensiones de 16'25x15 cm. Estos resultados se deben a los siguientes cálculos:

$$\frac{40 - 2'5 \times 3}{2} = 16'25 \text{ cm.}$$

$$20 - 2'5 \times 2 = 15 \text{ cm.}$$



Teniendo en cuenta que la profundidad de los huecos es la misma que la del bloque (20 cm). Se calcula:

$$(2 \times 0'1625 \times 0'15 \times 0'2)^{32} \times 286 = 2'79 \text{ m}^3.$$

Al encontrarse el volumen de mortero mayorado, por los bloques, la cantidad necesaria sería 2'79 m³.

Si se suma el mortero de las juntas y el de los huecos, el mortero final es:

$$0'34 + 2'79 = 3'13 \text{ m}^3.$$

El volumen de mortero total necesario es de 3'13 m³.

El material necesario para fabricar el mortero cumple la dosificación de 1:4³³, esta es la típica dosificación para muros que soportan un esfuerzo bajo ^[8], y la cantidad de material necesario es 380 kg/m³ de cemento, 1100 l/m³ de árido y 240 l/m³ de agua³⁴. Finalmente, el cálculo de material para fabricar el mortero es:

$$380 \times 3'13 = 1189'4 \text{ kg de cemento.}$$

$$1100 \times 3'13 = 3443 \text{ l de árido.}$$

$$240 \times 3'13 = 751'2 \text{ l de agua.}$$

Todas las cantidades se encuentran mayoradas.

6.2.2.5 ARMADURA

Se conoce como armadura los aceros, también conocidos como hierros, que se colocan en el interior del hormigón para aportarle una resistencia extra, en concreto a los esfuerzos de tracción. Además, transmite los esfuerzos distribuidos en el hormigón hacia

³² El “2” es el número de huecos que tiene el bloque, el resto de valores son el largo por el ancho por la profundidad.

³³ Por cada parte de cemento se añaden 4 partes de árido.

³⁴ El material son litros o kilos por metro cúbico de mortero.

otras estructuras, por ejemplo, el forjado de un primer piso transmite la carga del suelo a las vigas, estas a su vez a los pilares que finalmente transmite la carga a la cimentación.

En el actual apartado se cuantificará la armadura necesaria para que la cimentación y el muro de bloques sean estables.

6.2.2.5.1 ARMADURA DE LA ZAPATA

En este apartado se calculará la cantidad de armadura que necesita la cimentación.

En el apartado 6.2.2.1.3 se ha podido verificar que al esfuerzo cortante bastaría con la cuantía geométrica mínima $\rho_1 = 0,0018$. Esta cifra se aplica a la sección transversal de la zapata $A_c = L \times h = 1200 \times 250 = 300000 \text{ mm}^2$. Para saber la sección mínima de armadura se aplica $\rho_1 \times A_c = 540 \text{ mm}^2$ [4]. Este valor, a su vez, es mayor que la requerida para el esfuerzo a flexión en el apartado 6.2.2.1.2.

Existen varias fórmulas para la obtención de la armadura mínima requerida:

$$A_s = 0,04 \times A_c \times \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,04 \times 300000 \times \frac{20}{434,78} = 552 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 0,002 \times A_c = 0,002 \times 300000 = 600 \text{ mm}^2$$

Todas ellas son semejantes, pero se escogerá la más restrictiva yendo por el lado de la seguridad, en este caso 600 mm^2 .

A continuación, se va a calcular la cantidad de hierros necesarios para cumplir con la sección A_s requerida.

Se escogerá un acero de $\varnothing 12 \text{ mm}$ ³⁵ cuya sección es de $113,1 \text{ mm}^2$. El resultado final es de 5,3 barras de acero, redondeando un total de 6 barras con una sección final de $678,6 \text{ mm}^2$.

Para determinar la distancia entre los aceros se debe tener en cuenta que dicha distancia debe ser mayor que 20 mm o el propio diámetro de la barra. También debe cumplir que debe ser inferior a 100 cm [4].

Se quiere dejar 15 cm de margen en cada lado de la zapata³⁶, además se tiene que descontar el solape de 12 mm en ambos lados³⁷, de esta forma queda un ancho efectivo de $L' = L - 15 \times 2 - 1,2 \times 2 = 120 - 30 - 2,4 = 87,6 \text{ cm}$. También se descuenta el diámetro

³⁵ Elección propia. Cualquier acero es igual de válido siempre y cuando el número de barras quepan en la cimentación.

³⁶ Elección propia. Con menos distancia también sería válido.

³⁷ Esto se debe a que las barras están dobladas en sus extremos 90° , por ello no se puede descartar el espesor.

de las 6 barras de 12 mm. $L' = 87,6 - 1,2 \times 6 = 80,4$ cm. Finalmente, se divide entre el número de huecos y la distancia entre barras es:

$$s = \frac{80,4}{5} = 16,08 \text{ cm}$$

La distancia s entre barras es de 16,08 cm cumpliendo con las restricciones³⁸.

Por último, para obtener la longitud de los solapes (cuánto debería medir la dobladura de la barra) se utiliza la siguiente inequación $l_b \geq 5 \times \phi \geq 5 \times 12 \geq 60$ mm, donde l_b es la longitud del solape [4].

6.2.2.5.2 ARMADO DE LOS BLOQUES

El armado de los muros de fábrica puede ser tanto vertical como horizontal, de esta forma trabajan conjuntamente transmitiendo todo el esfuerzo a la cimentación.

El armado horizontal es recomendado cada 5 hiladas con 2 $\phi 8$ mm [10]. Sin embargo, en este muro concretamente no sería necesario debido a su altura. El muro a construir mide 60 cm de alto en su parte visible, teniendo en cuenta la primera hilada, que iría enterrada, el muro tendría una altura de 80 cm. En total, suman 4 hiladas, por este motivo no es necesaria una armadura horizontal.

El armado vertical, por el contrario, sí que es imprescindible. Este armado es el encargado de transmitir los esfuerzos a la cimentación. En este caso se recomienda armar un bloque cada 5 unidades contadas en planta [10]. Respecto al solape de las barras, debe ser 30 veces su diámetro. En este caso, $L_{\text{solape}} = 30 \times 8 = 240$ mm.

Finalmente, la cantidad de barras de 8 mm necesarias para el armado del muro serían:

$$n^{\circ} \text{ de barras} = \frac{13}{0,4 \times 5} = 6,5 \text{ barras}$$

En la ecuación anterior 13 es la longitud del muro, 0,4 la longitud del bloque y 5 el número de bloques libres para colocar la barra. En total se necesitan 6,5 barras, aplicando el factor para mayorar $6,5 \times 1,1 = 7,15$, redondeando sale un total de 8 $\phi 8$ mm por muro.

6.2.2.6 TABLONES DE MADERA

A continuación, se calculará la cantidad de tablones de madera necesarios para cubrir los muros de las líneas de blancos a 8 m y a 15 m. Para ello, se usará la fórmula del apartado de restauración:

³⁸ Para una mayor aclaración de las medidas véase Anexo C.

En la parte frontal del muro:

$$\frac{13 \times 0'6 \times 0'2}{2'5 \times 0'2 \times 0'05} = 62'4 \text{ tablonas.}$$

En su parte superior 10,4 tablonas y en su parte lateral 1 tablón que, finalmente sumándolo todo saldría un total de 148 tablonas de madera (teniendo en cuenta los dos muros).

Concluir este apartado mencionando el cálculo del presupuesto de todo el material obtenido tanto en *Restauración* como en *Actualización y Modernización*. [Véase Anexo D].

En relación con lo expuesto respecto a los tablonas, digno de mención sería que una estimación aproximada para revisar el estado de los tablonas de la galería sería cuatrimestral o semestral, a elección del Capitán encargado de la instalación, ya que es quien tiene la información del uso de la misma. Según información obtenida directamente de los mandos del batallón de zapadores, se estima que la galería es usada entre 2 y 4 veces al mes, dependiendo del ciclo de instrucción en el que se encuentran las unidades y de si es solicitada por otros cuerpos de seguridad del estado como es la Policía Nacional o la Guardia Civil. Se podría redondear a que la galería es usada 1 vez a la semana. La media de cartuchos disparados durante un ejercicio de tiro (siempre dependiendo del presupuesto que tiene la unidad en ese momento) suele ser 50 por usuario³⁹. La plantilla de una sección⁴⁰ se encuentra en 30 soldados. Se deduce que al mes se dispararían aproximadamente un total de 6000⁴¹ cartuchos, haciendo un total de 36000 cartuchos semestrales. Por ello, se recomienda la revisión de, al menos, el estado de los tablonas de los muros parabalas, debido a que estos son los que sufren los impactos directos de los proyectiles.

³⁹ Este es un dato impreciso ya que varía bastante el número de cartuchos por ejercicio. Aún así, se encuentra ligeramente mayorado, suponiendo que se realizarían 5 ejercicios de 10 cartuchos cada ejercicio por usuario.

⁴⁰ Entidad estándar de las unidades militares.

⁴¹ Suponiendo que se usa 4 veces al mes por 30 soldados que disparan 50 cartuchos.

7. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el proyecto se pueden extraer una serie de conclusiones en lo que respecta a los objetivos marcados.

En un primer lugar, se encuentra el objetivo de *reforma*. En el proyecto se enfoca la reforma desde el punto de vista del material degradado y el mal estado de la galería.

Se descartó una reforma estructural debido a la falta de pruebas en mal estado de la galería. En sí, la estructura no soporta cargas adicionales salvo el viento. Sin embargo, el material usado para frenar los proyectiles sí que se encontraba en mal estado, hasta tal punto que los proyectiles podrían alcanzar el hormigón⁴². Se podría haber tomado la decisión de cambiar el material que se usa como paraballas (los tablones de madera) por otros de mejor calidad como, por ejemplo, caucho con tratamiento ignífugo, pero, se optó por usar el mismo material que ya se encontraba por el hecho de que la sustitución de los tablones a pesar de ser laboriosa es sencilla y se puede obtener el material con cierta facilidad. Claro está que esta reforma es provisional y sería necesaria repetirla con cierta frecuencia.

En un segundo lugar, *actualización y modernización* se encuentran muy relacionados por el siguiente motivo:

La implementación de un blanco móvil sin necesidad de interrumpir los ejercicios supondría una modernización de la galería, ya que se encuentra obsoleta con los actuales blancos fijos. A su vez, supondría una actualización debido a que con respecto a cómo se encuentra la galería actualmente y cómo se encuentran otras galerías con medios más modernos, colocaría a la galería a un nivel semejante en lo que respecta a variedad y cantidad de ejercicios.

Otra actualización realizada es el poder disparar a distintas distancias. Varias de las galerías tanto militares como policiales o civiles permiten al usuario variar su distancia con respecto a la línea de blancos. Esto pondría a la actual galería al mismo nivel, dando distintas dificultades y variedades a los ejercicios de tiro. Se optó por 2 líneas de blanco adicionales, una a 15 m y otra a 8 m cumpliendo con este objetivo.

Por último, hay tres objetivos adicionales que se encuentran relacionados entre sí, y son los siguientes: aumentar la variedad de ejercicios de tiro, mejorar el nivel de instrucción del personal y fomentar el uso de la galería.

Realmente los dos últimos objetivos dependen del primero porque al aumentar la variedad de ejercicios, bajando o subiendo la dificultad, cambiando el tipo de ejercicio evitando la monotonía y el desinterés, y aumentando la comodidad⁴³ al usuario, se permite que el tirador se enfoque exclusivamente en el ejercicio, motivándolo y

⁴² Concretamente en los muros paraballas de la línea de blancos.

⁴³ Referente a evitar parar el ejercicio para parchear la silueta.

mejorando sus habilidades como tirador. Todo esto no tendría sentido si los usuarios no están dispuestos a mejorar sus cualidades. Al implantar estas mejoras, fomentaría el uso de la galería a unidades ajenas al cuartel, ya que permitiría la ejecución de ejercicios que no permiten otras galerías carentes de blancos móviles o variedad en las distancias con respecto a la línea de blancos.

Como conclusión, las implementaciones planteadas en el proyecto cumplirían, en mayor o menor detalle, tanto con los tres objetivos principales como con los tres objetivos adicionales.

8. LÍNEAS FUTURAS

Las mejoras que podrían implementarse a raíz de este proyecto son varias.

En primer lugar, cambiar o incluir nuevos materiales que hagan la función de parabalas. La madera es útil y no requiere de gran dificultad para su mantenimiento, sin embargo, se deteriora con rapidez y es necesaria una inversión de tiempo en cambiarlas. Esto podría evitarse usando mallazos de refuerzo cubiertos con caucho con tratamiento ignífugo o diversas combinaciones de madera y caucho. Esto quizás requeriría de un mantenimiento menos frecuente.

En segundo lugar, realizar un estudio de la instalación eléctrica de la galería y contemplar la incorporación de nuevas tomas de corriente para los blancos, así como la instalación lumínica y poder regular la intensidad de la luz dependiendo del ejercicio que se quiera ejecutar.

En tercer lugar, construir unas marquesinas o techados en las líneas de 8 m y 15 m, ya que estas no se encuentran protegidas de la lluvia o granizo. Además, se podrían aprovechar para la incorporación de focos o luces mencionados en el párrafo anterior.

Por último, en la zona de espera se podría construir un pequeño almacén para guardar material no sensible como dianas, gafas de protección o los cascos de protección auditiva.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Reglamento de Armas, Real Decreto 137/1993 de 29 de enero. Anexo A. “Características y medidas de seguridad en galerías y campos de tiro.” 1993. [Online]. Available: <https://www.boe.es/boe/dias/1993/03/05/> [Accessed: 28-Oct-2019].
- [2] TRADESEGUR Sistemas de Seguridad Ciudadano “SISTEMAS DE SEGURIDAD CIUDADANA Proyectos integrales Blancos de tiro Galerías especiales Simuladores Mantenimiento.” [Online]. Available: <http://www.tradesegur.com/pdf/WP/GT.pdf> [Accessed: 28-Oct-2019].
- [3] Northern Technologies S.L “LOMAH 700 LOCALIZADOR DE IMPACTOS PARA BLANCOS DE INFANTERIA SAAB. MANUAL DEL OPERADOR,” 2010.
- [4] La Ponderosa “EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural.” [Online]. Available: <http://www.ponderosa.es/docs/Norma-EHE-08.pdf> [Accessed: 9-Mar-2020].
- [5] Obralia “Tarifa de Precios y Productos.” 2009. [Online]. Available: <https://www.obralia.com/dir/minisites/catalogos/48637/catalogo.pdf> [Accessed: 10-Mar-2020].
- [6] Escuela Politécnica Superior “NBE-AE/88. Acciones de la edificación.” [Online]. Available: <http://www.geotecniamelilla.es/pdf/Norma%20Bsica%20de%20la%20Edificacin%20Acciones%20Edificacin%2088.pdf> [Accessed: 28-Oct-2019]
- [7] L. López García y J. Antonio López Peráles “Prontuario de Hormigón Armado” [Online]. Available: https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Hormigon/ProntuarioHormigon2008.pdf [Accessed: 9-Mar-2020].
- [8] G. Cano Pardo “MATERIAL DE APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN (GUÍA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO Y NORMAS DE CALIDAD.)” 2006. [Online]. Available: https://www.academia.edu/8577300/MATERIALES_DE_CONSTRUCCION [Accessed: 28-Oct-2019].
- [9] Ministerio de fomento “Documento Básico SE-C. Seguridad estructural Cimientos” 2019. [Online]. Available: <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-C.pdf> [Accessed: 10-Mar-2020].
- [10] Asociación Nacional de Fabricantes de Bloques y Mampostería de hormigón (NORMABLOC) “El Bloque de Hormigón y su Fábrica” 2016. [Online]. Available: <https://www.andece.org/wp-content/uploads/2019/07/MANUAL-Bloque-de-hormigon-y-su-fabrica-NB.pdf> [Accessed: 9-Mar-2020].
- [11] Instituto Geológico y Minero de España. [Online]. Available: <http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?intranet=false&id=923> [Accessed: 28-Oct-2019].
- [12] “Hormigones Guadarranque, S.L.” [Online]. Available: <http://www.hormigonesguadarranque.es/hormigones.html> [Accessed: 10-Mar-2020].
- [13] L. López García y J. Antonio López Peráles “Elementos de Construcción.” 1999. [Online]. Available: https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/Tema24.pdf [Accessed: 28-Oct-2019].

ANEXO A

ENCUESTAS REALIZADAS

En el presente anexo se mostrará la encuesta realizada al personal del acuartelamiento. De aquí se han extraído varias de las propuestas de mejoras como es el caso de la movilidad de los blancos y la distancia de los blancos.

Los entrevistados fueron cinco voluntarios. De estos, había un oficial, tres suboficiales y un cabo.

Todos ellos mencionaron la necesidad de un movimiento en los blancos, aunque no diferenciaron entre abatible y giratorio. Además, otro de los factores más nombrados durante la encuesta fue la distancia de los blancos. Hubo gran énfasis en reducir dicha distancia ya que, la instrucción en tiro con pistola es mínima.

Pero la necesidad más nombrada en repetidas ocasiones fue la de evitar interrumpir una secuencia de ejercicios de tiro, por tener que parchear los impactos en las dianas.

Sin embargo, no creían que fuese necesario el uso de material extra como es el caso de los cascos de tiro o gafas de protección. Esto se debe a que el personal ya posee un material similar de dotación.

Finalmente, las conclusiones que se han podido obtener de la encuesta son reducir distancias de los blancos, evitar parchear los impactos y una movilidad de los blancos.

Cuestionario para determinar las necesidades e innovaciones de la galería de tiro:

Empleo:

1. ¿Cuál es la principal carencia que ve en la galería de tiro?
2. ¿Qué implementos cree usted que mejoraría la instrucción del personal?
3. ¿Le merece la pena usar la galería de tiro tal y como se encuentra actualmente?
4. ¿Qué actualización en la galería le motivaría darle más uso?
5. ¿Qué tipo de blanco cree usted que sería más útil para la instrucción militar, un blanco amigo/neutro/enemigo, un blanco abatible, un blanco móvil o un blanco fijo?
6. En lo que respecta a la comodidad de la galería de tiro para mejorar el rendimiento ¿qué echa en falta? ¿Qué haría más cómodo los ejercicios de tiro?
7. ¿Se les proporciona material para realizar el tiro? Cascos y gafas de tiro. En caso negativo ¿Cree usted que sería útil?
8. Si existe algún aspecto que no ha sido tratado, por favor indíquelo en este apartado.

A continuación, se expondrán las encuestas contestadas por el personal de la unidad⁴⁴:

Cuestionario para determinar las necesidades e innovaciones de la galería de tiro.

Empleo: Teniente.

1. ¿Cuál es la principal carencia que ve en la galería de tiro?

La principal carencia es la posibilidad de hacer ejercicios desde distancias más cercanas. Al ser de 25m no deja a los tiradores menos experimentados practicar eficientemente.

2. ¿Qué implementos cree usted que mejoraría la instrucción del personal?

Cualquier tipo de movilidad en las dianas y poder tirar más cerca.

3. ¿Le merece la pena usar la galería de tiro tal y como se encuentra actualmente?

Personalmente sí porque puedo tirar a 25 m, pero si no pudiese no merecería la pena.

4. ¿Qué actualización en la galería le motivaría darle más uso?

Darles movilidad a las dianas sería motivador o algún sistema que permita hacer varios ejercicios y no sólo tirar al blanco estático ya que se hace muy repetitivo.

5. ¿Qué tipo de blanco cree usted que sería más útil para la instrucción militar, un blanco amigo/neutro/enemigo, un blanco abatible, un blanco móvil o un blanco fijo?

Un blanco amigo/neutro/enemigo o un blanco abatible desde mi punto de vista son los mejores. Un blanco móvil es para tiradores de élite o más experimentados.

6. En lo que respecta a la comodidad de la galería de tiro para mejorar el rendimiento ¿qué echa en falta? ¿Qué haría más cómodo los ejercicios de tiro?

No tener que ir al blanco a parchear los agujeros sería una opción. Es bastante molesto interrumpir el tiro y tener que ir a parchear cada vez que se cambian las líneas de tiro.

7. ¿Se les proporciona material para realizar el tiro? Cascos y gafas de tiro. En caso negativo ¿Cree usted que sería útil?

Cascos y gafas de tiro es material de dotación, lo portamos nosotros, pero sería bastante útil tener gafas de tiro y cascos de tiro en cada puesto de tirador y al cambiar de línea de tiro se intercambian.

8. Si existe algún aspecto que no ha sido tratado, por favor indíquelo en este apartado.

⁴⁴ Recaltar que la entrevista fue verbal y se ha rescrito lo más fiel posible a lo dicho por los usuarios.

Cuestionario para determinar las necesidades e innovaciones de la galería de tiro.

Empleo: Sargento.

1. ¿Cuál es la principal carencia que ve en la galería de tiro?

La galería es antigua y solo se puede dispar desde 25 m. Esto perjudica el entrenamiento de los tiradores.

2. ¿Qué implementos cree usted que mejoraría la instrucción del personal?

Poder disparar más cerca, así según aumenta la habilidad del tirador se podría ir tirando cada vez más lejos.

3. ¿Le merece la pena usar la galería de tiro tal y como se encuentra actualmente?

No, porque a 25 m no suelo acertar con pistola y desmotiva no ver un progreso.

4. ¿Qué actualización en la galería le motivaría darle más uso?

Poder disparar desde diferentes distancias y ver cómo progresa el personal.

5. ¿Qué tipo de blanco cree usted que sería más útil para la instrucción militar, un blanco amigo/neutro/enemigo, un blanco abatible, un blanco móvil o un blanco fijo?

Un blanco fijo y amigo/neutro/enemigo porque dan opción a variar los ejercicios, pero a la vez no son muy complejos y son bastante asequibles para cualquier tipo de tirador, tanto novato como veterano.

6. En lo que respecta a la comodidad de la galería de tiro para mejorar el rendimiento ¿qué echa en falta? ¿Qué haría más cómodo los ejercicios de tiro?

El tener que ir a parchear los blancos, si no hiciese falta tener que ir a parchear sería un plus en comodidad.

7. ¿Se les proporciona material para realizar el tiro? Cascos y gafas de tiro. En caso negativo ¿Cree usted que sería útil?

Cada uno lleva su material de dotación, pero sí que tiene utilidad por si a alguno se le estropea el suyo o se le olvida poder realizar el ejercicio sin problemas.

8. Si existe algún aspecto que no ha sido tratado, por favor indíquelo en este apartado.

Cuestionario para determinar las necesidades e innovaciones de la galería de tiro.

Empleo: Sargento 1°.

1. ¿Cuál es la principal carencia que ve en la galería de tiro?

La galería es demasiado larga y los ejercicios a 25 m son muy complicados para la mayoría de los soldados que la usan.

2. ¿Qué implementos cree usted que mejoraría la instrucción del personal?

Movimiento en los blancos, que se acerquen o alejen para variar esa distancia y no ser exclusivamente de 25 m.

3. ¿Le merece la pena usar la galería de tiro tal y como se encuentra actualmente?

Si que merece la pena ya que al ser tanta distancia se practica bastante la precisión, aunque se descuida el tiro de combate o tiro instintivo.

4. ¿Qué actualización en la galería le motivaría darle más uso?

Blancos abatibles y móviles y no tener que parchear los blancos. Poder realizar todos los ejercicios sin tener que perder tiempo en parchear.

5. ¿Qué tipo de blanco cree usted que sería más útil para la instrucción militar, un blanco amigo/neutro/enemigo, un blanco abatible, un blanco móvil o un blanco fijo?

Un blanco móvil que se acerque o aleje para reducir distancias y uno abatible para poder variar el tipo de ejercicios.

6. En lo que respecta a la comodidad de la galería de tiro para mejorar el rendimiento ¿qué echa en falta? ¿Qué haría más cómodo los ejercicios de tiro?

Evitar el parchear los blancos.

7. ¿Se les proporciona material para realizar el tiro? Cascos y gafas de tiro. En caso negativo ¿Cree usted que sería útil?

No se proporciona ya que tenemos gafas y tapones de tiro, pero un buen material mejoraría la calidad y seguridad. Varios tienen los tapones rotos o se les caen en mitad del ejercicio y unos cascos evitaría ese tipo de incidentes.

8. Si existe algún aspecto que no ha sido tratado, por favor indíquelo en este apartado.

Cuestionario para determinar las necesidades e innovaciones de la galería de tiro.

Empleo: Sargento.

1. ¿Cuál es la principal carencia que ve en la galería de tiro?

Está muy anticuada, necesita una reforma, cambiar maderas viejas, las vallas que la rodean etc.

2. ¿Qué implementos cree usted que mejoraría la instrucción del personal?

Alguna variedad en los blancos, darles movilidad tipo sistema LOMAH que ya se encuentra en el cuartel.

3. ¿Le merece la pena usar la galería de tiro tal y como se encuentra actualmente?

Para instrucción básica sí, pero si el instructor quiere innovar no puede salirse de los 3 ejercicios básicos y es bastante monótono.

4. ¿Qué actualización en la galería le motivaría darle más uso?

Que hubiese blancos móviles o abatibles.

5. ¿Qué tipo de blanco cree usted que sería más útil para la instrucción militar, un blanco amigo/neutro/enemigo, un blanco abatible, un blanco móvil o un blanco fijo?

Creo que lo más útil sería un blanco amigo/neutro/enemigo porque da un poco más juego, aunque depende de la imaginación del instructor.

6. En lo que respecta a la comodidad de la galería de tiro para mejorar el rendimiento ¿qué echa en falta? ¿Qué haría más cómodo los ejercicios de tiro?

Desde mi punto de vista la galería está bien, quizás al no tener techado impide su uso en los días de lluvia.

7. ¿Se les proporciona material para realizar el tiro? Cascos y gafas de tiro. En caso negativo ¿Cree usted que sería útil?

No creo que sea necesario, cada uno puede llevar su equipo y no desgastar uno común, aunque si proporcionasen un equipo bueno sería mejor para la seguridad del tirador.

8. Si existe algún aspecto que no ha sido tratado, por favor indíquelo en este apartado.

Cuestionario para determinar las necesidades e innovaciones de la galería de tiro.

Empleo: Cabo.

1. ¿Cuál es la principal carencia que ve en la galería de tiro?

Es una galería que no está hecha para novatos, la distancia es de 25 m y con pistola es difícil de dar en el blanco.

2. ¿Qué implementos cree usted que mejoraría la instrucción del personal?

Varias líneas de blancos a distintas distancias.

3. ¿Le merece la pena usar la galería de tiro y como se encuentra actualmente?

Personalmente no, no practicamos mucho el tiro con pistola y esa galería no ayuda a personal novato.

4. ¿Qué actualización en la galería le motivaría darle más uso?

Que usasen dianas con movimiento, giratorias o abatibles.

5. ¿Qué tipo de blanco cree usted que sería más útil para la instrucción militar, un blanco amigo/neutro/enemigo, un blanco abatible, un blanco móvil o un blanco fijo?

Lo más útil para nuestra profesión creo que sería uno abatible, que el instructor lo programe y se levante un tiempo y luego se baje otra vez.

6. En lo que respecta a la comodidad de la galería de tiro para mejorar el rendimiento ¿qué echa en falta? ¿Qué haría más cómodo los ejercicios de tiro?

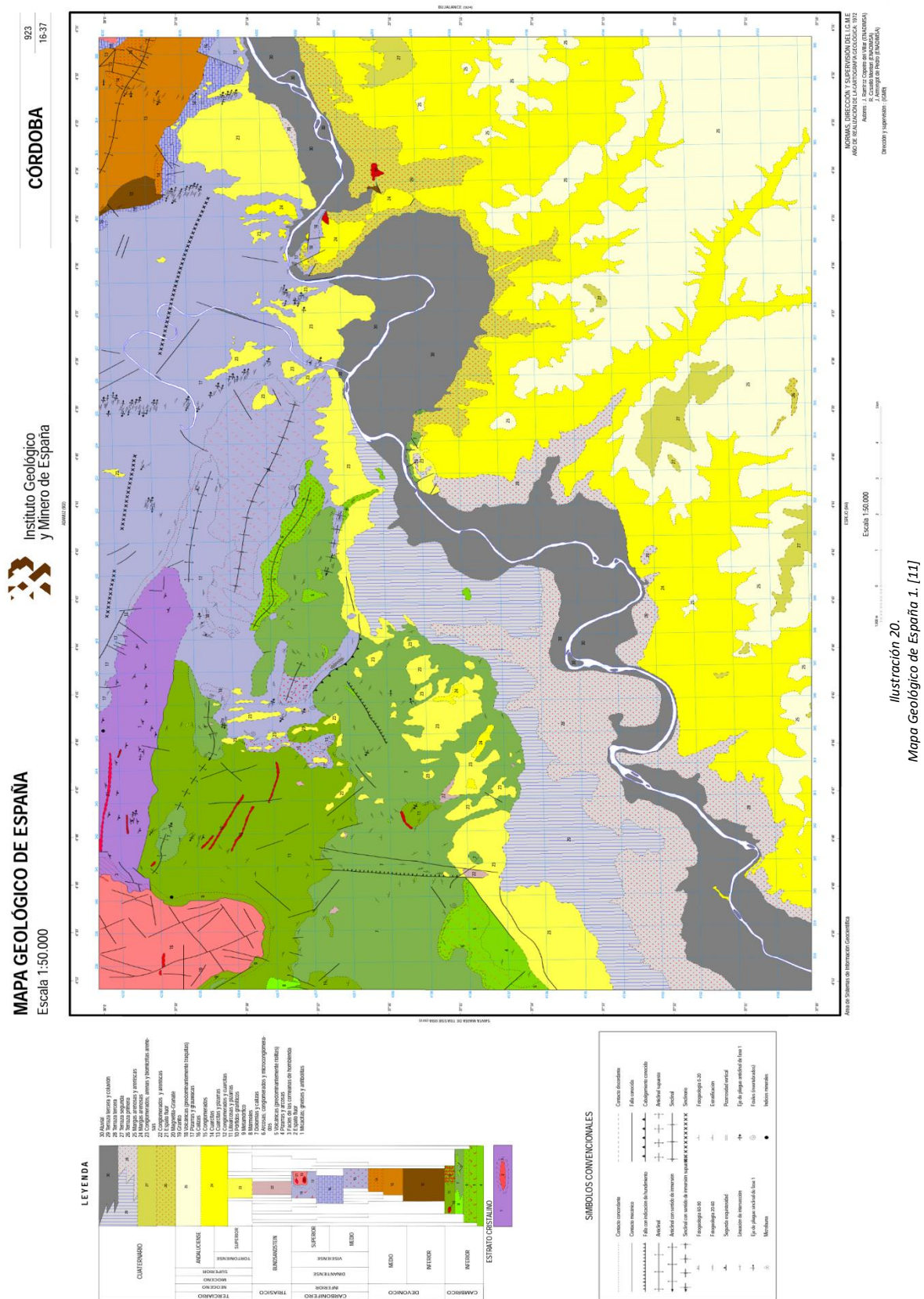
La instalación no es incómoda, pero sí que mejoraría la instrucción el evitar los tiempos muertos, un ejemplo claro es el parón que se hace para ir a parchear.

7. ¿Se les proporciona material para realizar el tiro? Cascos y gafas de tiro. En caso negativo ¿Cree usted que sería útil?

Tenemos protectores auditivos y gafas de tiro de dotación, pero unos cascos serían mucho más cómodos ya que los protectores auditivos se caen y se pierden con mucha facilidad.

8. Si existe algún aspecto que no ha sido tratado, por favor indíquelo en este apartado.

ANEXO B



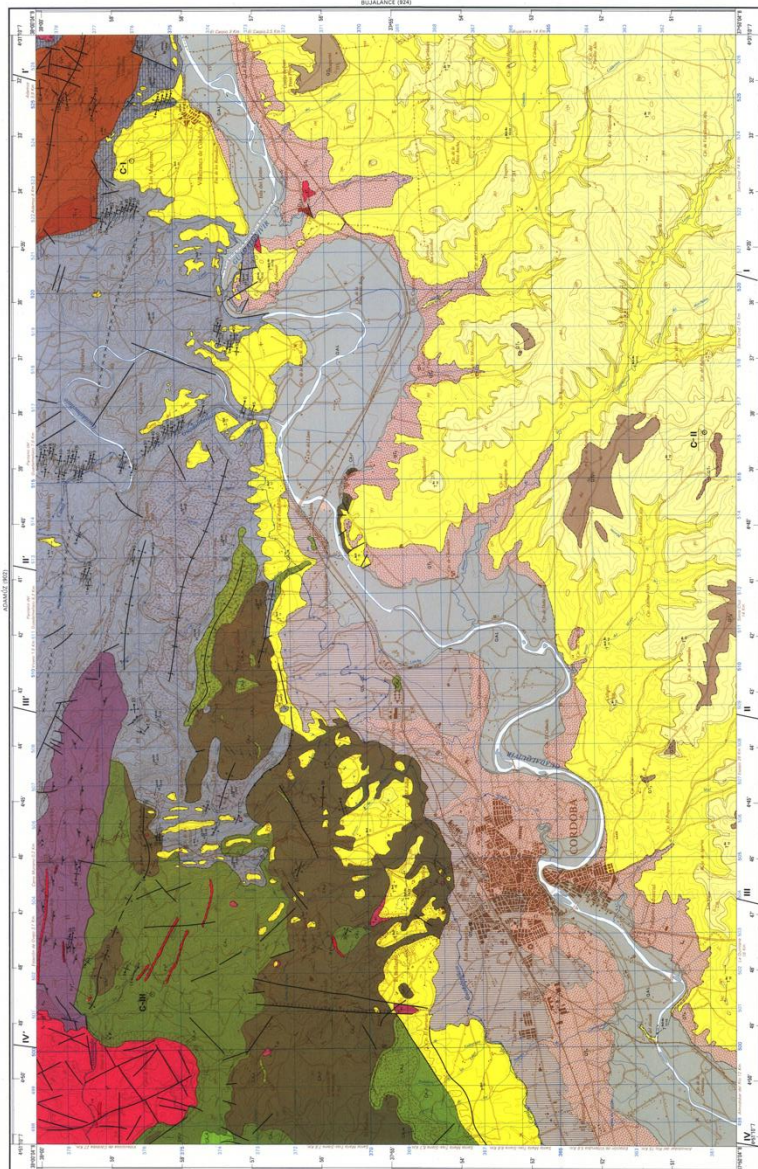
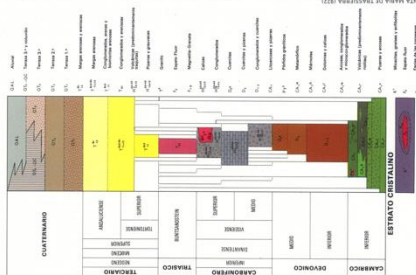


MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

CORDOBA
923
16-37

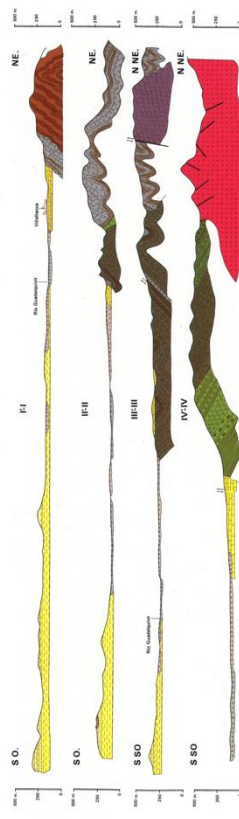
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

LEYENDA

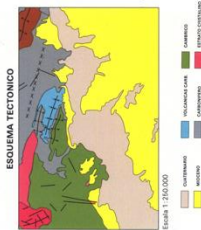


NOTAS: DIRECCION DE LA INVESTIGACION GEOLOGICA DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Autor: 1975. Los datos de la cartografía geológica han sido obtenidos de: Mapa Geológico de España, Escala 1:50.000. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.

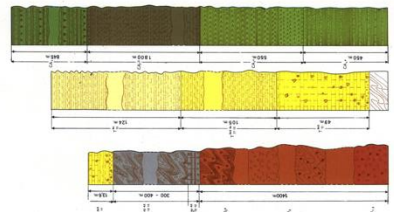
CORTES GEOLOGICOS



SIGNOS CONVENCIONALES



COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN LAS PRINCIPALES UNIDADES O ZONAS



ESCALA 1:1000

ESCALA 1:50.000

Ilustración 21.
Mapa Geológico de España 2. [11]

ANEXO C

Este Anexo recopila todas aquellas ilustraciones que no aportan información significativa en el contenido del proyecto, pero sí información aclarativa.

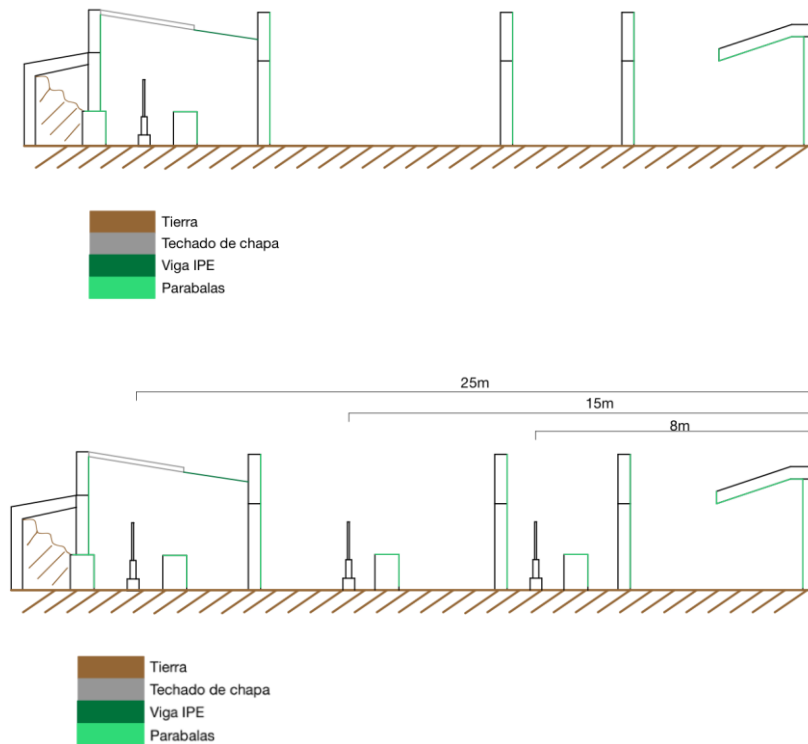


Ilustración 22
Esquemas de la galería vista de perfil. El 1º sin reformar. El 2º con la reforma. No está a escala. Elaboración propia.

La Ilustración 22 muestra el perfil de la galería tanto sin los muros que se quieren construir como con ellos instalados. En La izquierda se encuentra el espaldón que frenaría los proyectiles, y en la derecha los puestos de tirador, cubiertos por un techado el cual evita la salida de los proyectiles.

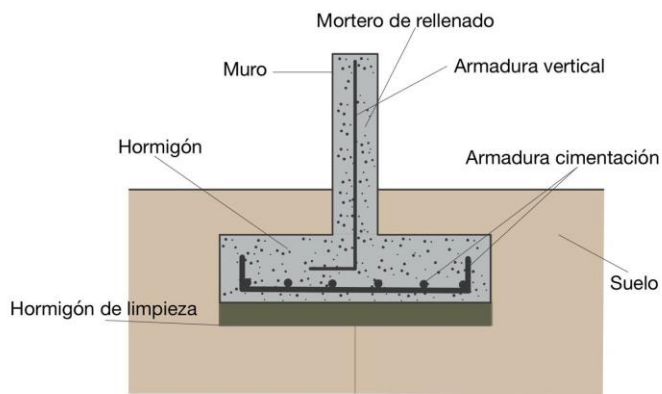


Ilustración 23.
Nomenclatura de las partes que componen la zapata. Elaboración propia

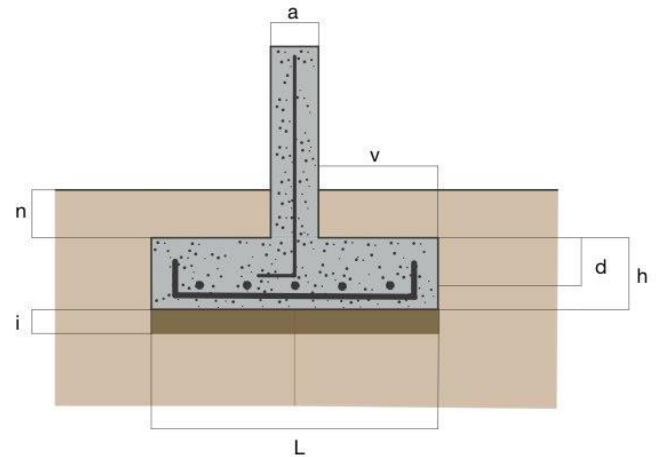


Ilustración 24.
Partes del muro y la zapata. Elaboración propia.

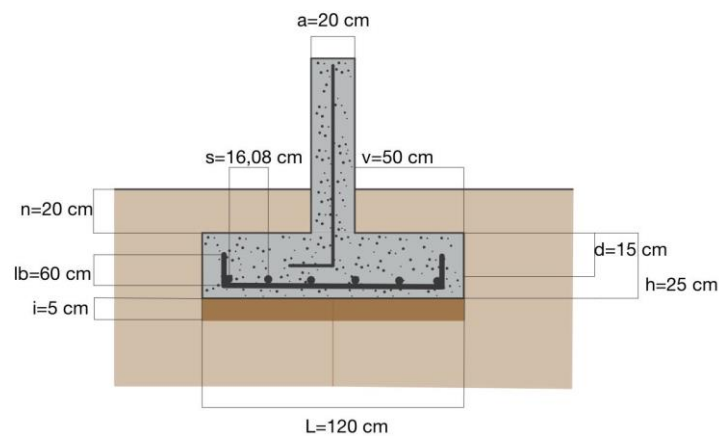


Ilustración 25.
Dimensiones de la zapata y su armadura. Elaboración propia.

La Ilustración 23 muestra el muro y la zapata nombrando que es cada parte para una mejor comprensión de la memoria. La Ilustración 24 simplemente expone la nomenclatura de las partes que componen el muro y la zapata, y la Ilustración 25 presenta las medidas finales de la cimentación.

ANEXO D

En este Anexo se contemplará un presupuesto aproximado del material calculado para llevar a la práctica el proyecto. Se tendrá en cuenta el hormigón, el mortero (cemento y áridos), los bloques de hormigón, los tablones de madera y la armadura.

No se tendrá en cuenta el coste de la adquisición de Blanco LOMAH. Esto se debe a que la propia unidad dispone de este material.

El presupuesto de hormigón, siendo H-30, IIa (cimentación)^[7], con consistencia blanda y un tamaño máximo de árido de 25 mm⁴⁵, sería 540,08 €, teniendo en cuenta que la cantidad de hormigón es de 8,6 m³ (apartado 6.2.2.2) y el precio es de 62,8 €/m³ ^[A].

Para el cálculo del presupuesto de árido se pretende usar arena gruesa⁴⁶. Considerando que la cantidad de árido es 3,443 m³ (apartado 6.2.2.4) y el precio por m³ es 6,53 €/m³ ^[B], el coste sería 22,48 €.

En cuanto al precio del cemento, este es vendido en sacos, normalmente de 25 kg. Se ha optado por esta opción, teniendo un coste por unidad de 2,89 € ^[C], sabiendo que la cantidad de cemento es 1189,4 kg (apartado 6.2.2.4) dando un total de 48 sacos. El presupuesto de cemento sería 138,72 €.

Respecto a los bloques de hormigón. El precio por unidad es de 0'837 € ^[10], sabiendo que el número total de bloques es 286 (apartado 6.2.2.3), el coste sería de 239,38 €.

Referente a los tablones de madera, hay un total de 556 tablones⁴⁷. El precio por unidad es de 15,95 € ^[D], por lo que el coste de maderas llegaría a 8868,2 €.

El coste del acero B500S es de 0,81€/kg ^[B] y el peso de acero corrugado es de 0,395 kg/m para \varnothing 8 mm y 0,888 para \varnothing 12 mm ^[E]. Previamente hay que calcular la cantidad de kilogramos de armadura.

En el apartado 6.2.2.5.1 se calcula la cantidad de barras de acero para la sección transversal, pero no la longitudinal. Durante la fase de cálculo se supone 1 m para el largo de la zapata ya que esta se calcula en gran parte como si fuese una aislada ^[13], pero se estudia solamente una franja de toda la cimentación y los resultados se extrapolan a toda ella. La armadura requerida que se colocaría en la sección transversal corresponde a 6 \varnothing 12 mm para una anchura de 120 cm, por lo que en su parte longitudinal sería:

⁴⁵ Estos dos últimos parámetros se deben simplemente al factor económico. No supone ninguna variedad en los cálculos estructurales.

⁴⁶ Es una de las más económicas.

⁴⁷ Suma de todos los tablones de proyecto tanto apartado 5 como apartado 6.2.2.6..

$$\frac{13}{1,2} \times 6 = 65 \text{ barras de acero}^{48}$$

Cada barra de la sección longitudinal tendría una longitud de 102 cm. Esto se debe a que al ancho de la zapata (120 cm) se le resta los 15 cm de margen de cada extremo y se le suma los 6 cm de cada solape [Véase Ilustración 25, Anexo C]. Respecto a la longitud de las 6 barras de la sección transversal, aplicando el mismo cálculo, pero esta vez a lo largo de la zapata (13 m), el resultado sería 12,82 m.

A continuación, para el cálculo de la longitud de las barras verticales (ø8 mm; apartado 6.2.2.5.2), hay que tener en cuenta la altura del muro (80 cm contando la hilada que se encuentra enterrada), 5 cm de los calzos, 12 mm de la armadura transversal, 12 mm de la armadura longitudinal y 240 mm de solape, por lo cual la longitud total sería 96,6 cm⁴⁹.

Sabiendo las longitudes de cada barra y que son 2 muros los que se contemplan:

$$(1,2 \times 65 + 12,82 \times 6) \times 0,888 \times 2 = 275,14 \text{ kg}$$

$$(0,966 \times 8) \times 0,395 \times 2 = 6,1 \text{ kg}$$

Finalmente, el presupuesto de la armadura sería 227,8 €⁵⁰. Por lo que, sumando los costes de todos los materiales, el presupuesto del proyecto llegaría a 10036,7 € en material.

⁴⁸ Se realiza una regla de tres.

⁴⁹ Se restan los calzos y las armaduras y se suma el solape.

⁵⁰ Producto de los kg de acero por el precio.

REFERENCIAS

- [A] Hormigones Guadarranque, S.L. [Online]. Available: <http://www.hormigonesguadarranque.es/hormigones.html> [Accessed: 10-Mar-2020].
- [B] Base de costes de Construcción de Andalucía. [Online]. Available: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Precios_basicos_BCCA_Rev1a_210111_br.pdf [Accessed: 10-Mar-2020].
- [C] LEROY MERLIN. [Online]. Available: <https://www.leroymerlin.es/construccion/cementos-morteros-yesos/cementos> [Accessed: 10-Mar-2020].
- [D] BAUHAUS. [Online]. Available: <https://www.bauhaus.es/madera-para-la-construccion/c/10000770> [Accessed: 10-Mar-2020].
- [E] Siderúrgica Sevillana S.A. [Online]. Available: https://www.siderurgicasevillana.com/items_RivaFE/430/allegati/4/AceroCorrugado_SiderurgicaSevillana.pdf [Consultado: 10-Mar-2020].